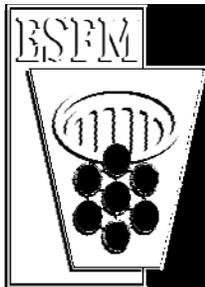


**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**

**ESCUELA SUPERIOR DE FISICA Y MATEMATICAS**

**MEJORA CONTINUA DE LA  
CALIDAD EN UNA  
EMBOTELLADORA**

**T E S I S :**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
INGENIERO MATEMATICO  
**P R E S E N T A :**  
MARIA ESTHER OLIVA SANCHEZ



**ASESOR DE TESIS:  
ING. VIANEY URDAPILLETA INCHAURREGUI**

**MEXICO, D.F. A 17 DE DICIEMBRE DEL 2007**

## AGRADECIMIENTOS

### A MIS PADRES:

**ROSA SÁNCHEZ CRUZ**  
**JOSE CONCEPCIÓN OLIVA VILLANUEVA**

**T**e doy gracias Señor por haberme dado un par de seres grandiosos e incomparables "Mis Padres" que con cariño y esfuerzo me dieron todo lo que estaba a su alcance, porque sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho. A mi Padre por dedicarse al trabajo con tal de que nunca hiciera falta de comer en casa, a mi Madre por sus cuidados y preocupaciones que recibo como su hija: les agradezco que siempre me han llevado de la mano a conocer la vida, así como también de las reprimendas que de adolescente merecía y finalmente de los consejos que hoy en día aun recibo de ellos. Es por eso que les dedico mi carrera que gracias a Dios he concluido reconociendo que con su valiosa ayuda pude llegar a esta meta: me comprometo de aquí en adelante a quererlos, ayudarlos en lo prospero y en lo adverso de hoy en adelante pondré en práctica mis conocimientos y el lugar que en mi mente ocuparon los libros, ahora será de ustedes, deseo expresarles que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos y constituye la herencia más grande que pudiera recibir. Los quiere su hija María Esther Oliva Sánchez

**A** la memoria de mi hermana **MARÍA CLAUDIA OLIVA SÁNCHEZ (†)** que espiritualmente siempre me ha acompañado por darme un ejemplo a seguir donde quiera que te encuentres gracias.

**A** Dios ,a mis sobrinos:  
**DULCE ALETTE GUERRERO OLIVA**  
**ALAN OMAR GUERRERO OLIVA**  
por darme ánimos para seguir adelante.

**G**racias a mis hermanas **ROSALBA OLIVA SANCHEZ** y **MARTHA PATRICIA OLIVA SANCHEZ** por las facilidades prestadas en la realización de este trabajo

**A** **l INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL:** nuestra alma mater fuente inagotable del saber de quien siempre estaré eternamente agradecida por haberme abierto las puertas, y haberme dado la oportunidad de forjarme un futuro mi reconocimiento por la labor que realizan en la formación de tantos jóvenes que son el futuro de nuestro país, portare su nombre muy en alto, aplicando los valores que en ella aprendí.

**A LA ESCUELA SUPERIOR DE FÍSICA  
Y MATEMÁTICAS**

**G**racias a sus instalaciones que representaron una segunda casa en la realización de este trabajo y en el transcurso de esta carrera, durante la cual me forme como profesionista.

l honorable jurado

**A** **ING. VIANEY URDAPILLETA INCHAURREGUI**  
**DR. JOSÉ ARMANDO DE LEÓN SOLORZANO**  
**M. EN C. RUBEN TELLEZ SANCHEZ**  
**M. EN C. LUIS ALFONSO GODINEZ CONTRERAS**  
**LIC. CECILIO SHAMAR SANCHEZ NAVA,**

Por sus enseñanzas, consejos y apoyo que me brindaron incondicionalmente en la elaboración de esta tesis

A mis amigos y compañeros, profesores desde el Kinder hasta la escuela superior de física y matemáticas, a todas aquellas personas que directa o indirectamente contribuyeron al logro de una de mis metas obtener el título profesional **GRACIAS.**

<b>ÍNDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	I
Objetivo.....	III
Hipótesis.....	III
<b>CONTEXTO INSTITUCIONAL</b> .....	III
Misión del IPN.....	III
Visión del IPN.....	III
Estructura orgánica.....	V
Escuela superior de física y matemáticas.....	V
Objetivo de la carrera de Ingeniería Matemática.....	VI
Requisitos de ingreso.....	VI
Perfil de ingreso.....	VI
Perfil del egreso.....	VII
Conocimientos.....	VII
Habilidades.....	VII
Campo ocupacional.....	VIII
	1
<b>CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b> .....	
1.1 Antecedentes de la empresa.....	1
1.2 Giro de la empresa.....	3
1.3 Filosofía de la empresa.....	3
1.4 Organigrama de una Embotelladora.....	5
1.5 Diagrama de la Embotelladora.....	6
1.6 Seguridad industrial de la Embotelladora.....	6
<b>CAPÍTULO 2 HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA MEJORA CONTINÚA</b> .....	9
2.1 Herramientas básicas para la mejora continúa.....	9
2.2 Herramientas para datos cuantitativos.....	11
2.2.1 Hoja de recolección.....	11
2.2.2 Histograma.....	13
2.2.3 Diagrama de pareto.....	16
2.2.4 Gráfica de dispersión.....	18
2.2.5 Estratificación.....	19
2.2.6 Gráficas de control.....	20
2.2.6.1 Cartas de control $\bar{X}$ -R.....	28
2.2.7 Gráfica P.....	34
2.3 Herramientas para datos cualitativos.....	36

2.3.1 Lluvia de ideas.....	36
2.3.2 Diagrama de causa y efecto.....	38
2.3.3 Diagrama de recorrido.....	40
2.3.4 Diagrama de flujo.....	42
<b>CAPÍTULO 3 APROXIMACIÓN A LA NORMAL POR LA BINOMIAL.....</b>	<b>44</b>
3.1 La Distribución Normal o Campana de Gauss- Laplace.....	44
3.1.1 Función densidad.....	45
3.1.2 Función distribución.....	46
3.1.3 Tipificación.....	47
3.1.4 Características de la distribución normal tipificada (reducida estándar).....	48
3.2 Distribución binomial.....	48
3.2.1 Distribución de Bernoulli.....	50
3.2.2 Parámetros para una distribución binomial.....	52
3.3 Aproximación de la binomial por la normal (Teorema de Moivre).....	53
3.4 Relación entre graficas de control y las distribuciones.....	59
<b>CAPÍTULO 4 APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA MEJORA CONTINÚA DE LA CALIDAD EN UNA EMBOTELLADORA.....</b>	<b>60</b>
4.1 Análisis de la falta de calidad en el servicio.....	60
4.2 Herramientas para datos cualitativos.....	60
4.2.1 Lluvia de ideas.....	60
4.2.2 Diagrama de causa y efecto de pérdidas por accidentes en la empresa.....	63
4.2.3 Diagrama de causa y efecto de los robos en la empresa.....	64
4.2.4 Diagrama de recorrido.....	64
4.2.5 zona de reparto.....	67
4.2.6 Diagrama de flujo de la presenta.....	68
4.2.7 Diagrama de flujo de reparto y venta del producto.....	69
4.3 Herramientas para datos cuantitativos.....	70
4.3.1 Hoja de recolección.....	70
4.3.2 Hoja de recolección de robos.....	70
4.3.3 Hoja de recolección de los accidentes.....	72
4.3.4 Muestreo Estratificado de los robos.....	75
4.3.5 Muestreo Estratificado de las perdidas por accidentes.....	76
4.3.6 Gráfica de dispersión de robos contra accidentes.....	76
4.3.7 Histograma.....	77
4.3.8 Diagrama de pareto.....	78

4.3.9 Grafica de control $\bar{X}$ -R de los robos.....	79
4.3.10 Gráfica de control $\bar{X}$ -R de accidentes.....	81
4.4 Mejoras.....	82
4.4.1 Primera Mejora Capacitación.....	82
4.4.2 Segunda mejora programación de rutas.....	85
4.4.3 Tercera mejora asignación de actividades.....	89

**CAPÍTULO 5 METODOLOGÍA PARA REALIZAR LA MEJORA CONTINUA EN LA CALIDAD DEL SERVICIO EN LA EMBOTELLADORA.....**

5.1 Metodología.....	91
5.2 Las soluciones que se han aplicado para la prevención de robos y pérdidas.....	94
Conclusión.....	97
Glosario.....	98
Bibliografía.....	100

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Estructura Orgánica.....	V
Figura 2 Organigrama de la empresa.....	5
Figura 3 Diagrama de la empresa.....	6
Figura 4 Diagrama de la seguridad industrial de la empresa.....	8
Figura 5 Histograma de los pesos de los pacientes.....	15
Figura 6 Diagrama de pareto de accidentes industriales.....	18
Figura 7 Gráfica de dispersión.....	19
Figura 8 Diagrama de estratificación del calzado que la gente prefiere.....	20
Figura 9 Proceso inestable en amplitud de variación.....	21
Figura 10 Proceso inestable en tendencia central.....	21
Figura 11 Límites de una carta de control.....	23
Figura 12 Gráfica de control.....	31
Figura 13 Comportamiento cíclico.....	32
Figura 14 Gráfica con mucha variabilidad.....	33
Figura 15 Falta de variabilidad.....	34
Figura 17 Gráfica p.....	35
Figura 18 Diagrama de causa y efecto de oscilación del eje.....	40
Figura 19 Diagrama de recorrido de una compra en una tienda comercial.....	41
Figura 20 Diagrama de flujo del proceso de preparación de publicidad por correo.....	43
Figura 21 Representación gráfica de esta función de densidad.....	45
Figura 22 F(x) es el área sombreada de esta grafica.....	47

Figura 23 Representación grafica de la función.....	48
Figura 24 Gráficas de la normal.....	54
Figura 25 Teorema de Moivre.....	55
Figura 26 Distribuciones binomiales para valores distintos 1.....	55
Figura 27 Distribuciones binomiales para valores distintos 2.....	56
Figura 28 Representación de la binomial corregida y de la normal estándar.....	57
Figura 29 Representación para caso $n=270$ y $p=0.3$ .....	58
Figura 30 Grafica de control.....	59
Figura 31 Diagrama de pescado de las pérdidas por accidentes en la empresa.....	63
Figura 32 Diagrama de pescado de los robos en reparto.....	64
Figura 33 Diagrama de recorrido en la empresa.....	66
Figura 34 Diagrama de recorrido de la zona de reparto.....	67
Figura 35 Diagrama de flujo de la presenta.....	68
Figura 36 Diagrama de flujo de reparto y venta del producto.....	69
Figura 37 Estratificación de robos.....	75
Figura 38 Estratificación de accidentes.....	76
Figura 39 Grafica de dispersión de robos y accidentes.....	77
Figura 40 Principales causas de la calidad en el servicio de reparto.....	78
Figura 41 Diagrama de pareto.....	79
Figura 42 Grafica de control de robos.....	80
Figura 43 Grafica de control de robos corregida.....	80
Figura 44 Grafica de control de accidentes.....	81
Figura 45 Grafica de control de accidentes corregida.....	82
Figura 46 Gráfica de capacitación.....	85
Figura 47 Ubicación de la embotelladora y clientes.....	85
Figura 48 Diferencia entre camiones.....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Hoja de verificación de la fabricación de una puerta.....	13
Tabla 2 Peso de personas adultas de sexo masculino.....	14
Tabla 3 Datos agrupados de peso de personas adultas de sexo masculino.....	15
Tabla 4 Diagrama de pareto de la distribución de accidentes industriales.....	17
Tabla 5 Datos de $x$ y.....	19
Tabla 6 Datos de calzado que la gente prefiere.....	20
Tabla 7 Elementos para selección de una carta de control de atributos.....	25
Tabla 8 Elementos para selección de una carta de control.....	26
Tabla 9 Tipos de cartas de control.....	26
Tabla 10 Elementos cartas de control para variables.....	27

Tabla 11 Lluvia de ideas de un restaurante.....	38
Tabla 12 Causas que producen falta de calidad en el servicio.....	60
Tabla 13 Diagrama de recorrido.....	65
Tabla 14 Hoja 1 de recolección de robos.....	70
Tabla 15 Hoja 2 de recolección de robos.....	71
Tabla 16 Hoja 1 de recolección de accidentes.....	72
Tabla 17 Hoja 2 de recolección de accidentes.....	73
Tabla 18 Hoja 3 de recolección de accidentes.....	74
Tabla 19 Tipos de robos.....	75
Tabla 20 Pérdidas por accidentes.....	76
Tabla 21 Datos de robos y accidentes.....	76
Tabla 22 Causas de la falta de calidad en el servicio de entrega .....	77
Tabla 23 Causas que impiden la calidad en el servicio de entrega.....	78
Tabla 24 Datos de robos.....	79
Tabla 25 Datos de accidentes.....	81
Tabla 26 Conocimiento según el modelo.....	84
Tabla 27 Distancias y coordenadas.....	86
Tabla 28 Matriz de asignación.....	89
Tabla 29 Permutaciones.....	89
Tabla 30 Robos en camiones con cortinas y con faldones.....	94

## INTRODUCCIÓN

La competitividad es la capacidad de una empresa para generar valor para el cliente y sus proveedores. La competitividad de una empresa y la satisfacción del cliente están determinadas por: la calidad del producto, el precio y la calidad del servicio.

Uno de los componentes más importantes de la calidad en el servicio, es el tiempo de entrega de los productos o servicios. El tiempo de entrega esta relacionado con el tiempo de ciclo, que es el tiempo que transcurre desde que el cliente inicia su pedido y que se transforma en órdenes de compra para proveedores, órdenes de producción de materiales y sub.-ensamble hasta que todo el ciclo de compra se transforma en un producto en manos del cliente.

La relación de un consumidor con un producto antes de llegar a la decisión final de venta es compleja y suele seguir las siguientes etapas:

- Durmiendo: no conoce nuestro producto o no le ha surgido la necesidad o está no existe
- Pensando: despierta la necesidad en el consumidor
- Aprendiendo: búsqueda de proveedores e información
- Comparando: comparando propuestas
- Comprando: el momento de la verdad

El objetivo de la mayoría de las marcas comerciales es estar presentes en la mente del consumidor con una propuesta comercial adecuada en el momento de la compra o también llamado "momento de la verdad".

Al mejorar la forma en que se hacen todas las actividades se logra una reacción que trae importantes beneficios, se reducen los re-procesos, errores, retrasos, desperdicios, artículos defectuosos, disminuye la devolución de artículos, las visitas a causa de garantía, y las quejas de los clientes.

La calidad es el juicio que el cliente tiene sobre un producto o servicio, resultado del grado con el cual un conjunto de características esenciales del producto cumplen con requerimientos. La calidad del producto es satisfacción ante el cliente y esta ligada a las expectativas que el cliente tiene sobre el producto o servicio, tales expectativas generadas de acuerdo con las necesidades, los antecedentes, el precio, la publicidad, la tecnología, la imagen de la empresa, etc. Se dice que hay satisfacción del cliente si percibió del producto o servicio al menos lo que esperaba. La calidad es la creación continua de valor para el cliente. La imagen de la empresa es el prestigio actual de la empresa según la percepción y opinión del cliente. Así que, para aumentar competitividad, productividad y por ende la calidad en el servicio se decidió llevar a cabo la mejora continua de la calidad del servicio en la empresa.

El objetivo de control de calidad y la mejora continua es realizar actividades recurrentes para incrementar la habilidad para cumplir con requerimientos, o sea, implementar la mejora continua en las características de calidad, para esto se implican acciones correctivas y preventivas, las primeras sirven para eliminar la causa de una potencial inconformidad u otra situación potencial indeseable y se enfoca a prevenir ocurrencia. Y las segundas son para eliminar las causas de la inconformidad que se ha detectado y es empleada para prevenir recurrencia.

El capítulo 1 consiste básicamente en la mención de antecedentes generales de la empresa Embotelladora. Así como el giro de la empresa, filosofía, domicilio, organigrama, los productos que vende, el diagrama de la empresa y seguridad industrial en la misma.

El capítulo 2 se basa en torno a las definiciones de las herramientas de calidad para la mejora continua tanto cuantitativa como cualitativa; los conceptos de cartas de control para variables y para atributos.

El capítulo 3 nos da una breve noción sobre la distribución binomial, normal y acerca de su aproximación.

El capítulo 4 contiene una investigación sobre la falta de calidad en el servicio que se presenta dentro de la empresa y el desarrollo de las herramientas de calidad tanto cuantitativas como cualitativas para establecer mejora continua en la calidad del servicio

El capítulo 5 contiene una pequeña metodología para la mejora continua en la embotelladora

### **Objetivo**

Aplicar las herramientas básicas para la mejora continua así como conocer algunas de las causas por las cuales existe una baja calidad en el servicio en lo que al tiempo de entrega se refiere y tratarle de dar una solución.

Establecer una metodología de mejora continua en la embotelladora, para incrementar la calidad en el servicio de entrega.

### **Hipótesis**

Las herramientas básicas para la mejora continua de calidad mejoran la calidad en el servicio de entrega.

## **CONTEXTO INSTITUCIONAL.**

### **Misión del IPN.**

El Instituto Politécnico Nacional es la institución educativa laica, gratuita de Estado, rectora de la educación tecnológica pública en México, líder en la generación, aplicación, difusión y transferencia del conocimiento científico y tecnológico, creada para contribuir al desarrollo económico, social y político de la nación. Para lograrlo, su comunidad forma integralmente profesionales en los niveles medio superior, superior y posgrado, realiza investigación y extiende a la sociedad sus resultados, con calidad, responsabilidad, ética, tolerancia y compromiso social.

## **Visión del IPN.**

Una institución educativa innovadora, flexible, centrada en el aprendizaje; fortalecida en su carácter rector de la educación pública tecnológica en México; poseedora de personalidad jurídica y patrimonio propios, con capacidad de gobernarse a sí misma; enfocada a la generación y difusión del conocimiento de calidad; caracterizada por procesos de gestión transparentes y eficientes; con reconocimiento social amplio por sus resultados y sus contribuciones al desarrollo nacional; por todo ello, posicionada estratégicamente en los ámbitos nacional e internacional.

Participa en el Sistema Educativo Nacional, comparte recursos intra y extra institucionales, intercambia información y conduce proyectos educativos y de investigación conjuntos, ubicando su operación en rangos de excelencia definidos por indicadores internacionales, constituyéndose en referentes del Sistema Nacional de Educación Científica y Tecnológica.

Tiene integrados sus distintos niveles formativos y las diferentes modalidades educativas. Posee una importante fortaleza en materia de uso de las tecnologías de información y de comunicación, aplicados a sus procesos académicos, de investigación y de extensión y difusión.

Sus procesos formativos, la integración de su planta docente y la investigación realizada, cumplen con normas de calidad definidas por instancias nacionales e internacionales. Los mecanismos de evaluación y la rendición de cuentas garantizan que su comunidad y la sociedad confirmen que la calidad es una constante en todas las acciones y procesos. Los programas académicos son acreditados y sus egresados cuentan con la certificación correspondiente.

Con un modelo de investigación basado en redes de cooperación nacional e internacional, plenamente vinculado con los sectores productivo y social, fomenta la generación, uso, circulación y protección del conocimiento en sectores

estratégicos que promueven la competitividad, la equidad y el mejoramiento de la sociedad.

Cuenta con un modelo integral de vinculación, basado en programas académicos y de investigación que impulsan la incubación y desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa; el liderazgo social y empresarial de sus alumnos, garantizando la calidad de los servicios prestados a los sectores productivos.

### Estructura Orgánica.

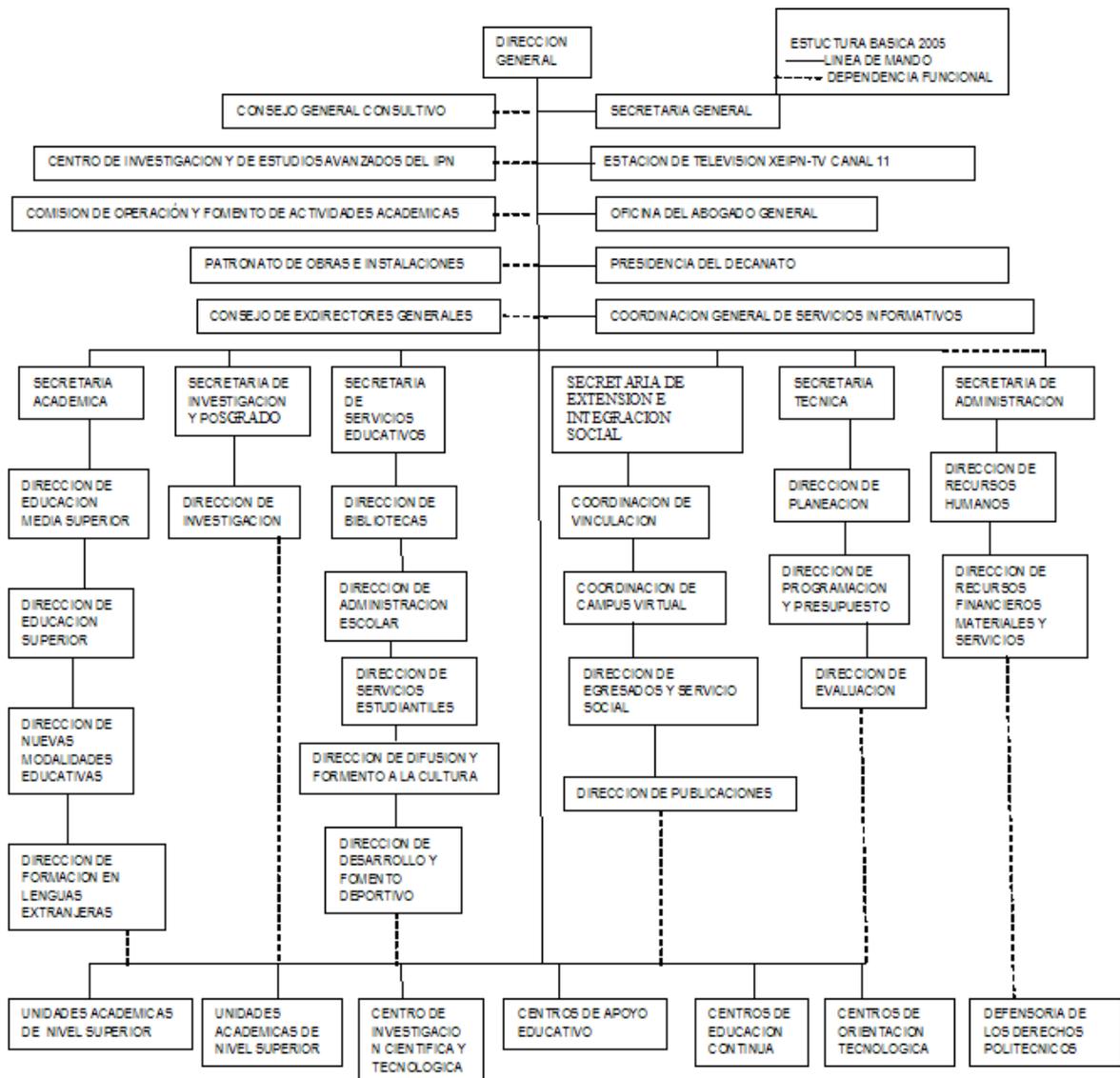


Figura 1 Estructura Orgánica

## **Escuela Superior de Física y Matemáticas.**

La Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional se fundó en 1961 con los siguientes objetivos:

Formar profesionistas y posgraduados con una formación sólida en las áreas de Física y Matemáticas, capaces de contribuir al mejoramiento y desarrollo del país desarrollando labores de investigación y docencia, principalmente.

Realizar investigación básica y aplicada en los diversos campos de la Física y las Matemáticas, así como contribuir a las labores de extensión y difusión del Instituto Politécnico Nacional

La Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN imparte dos carreras a nivel licenciatura: La Licenciatura en Física y Matemáticas (desde su fundación en 1961) y la Ingeniería Matemática (a partir de 1997). Los egresados de la ESFM se distinguen por tener una formación matemática sólida, lo cual les permite desenvolverse con éxito en distintas áreas como son: la investigación científica, la docencia, la industria privada y la administración pública.

### **Objetivo de la carrera de ingeniería matemática**

El objetivo de la carrera de Ingeniería Matemática es la formación de profesionistas que aplicarán o crearán los modelos industriales, administrativos y financieros. Modelos que han de ser la base para que profesionales de otras especialidades investiguen, diseñen, produzcan, construyan, operen, mantengan estimen y dirijan sistemas con diversos grados de complejidad. El egresado podrá simular procesos que permitan prever eventos.

### **Requisitos de ingreso**

Presentar:

- Certificado de estudios nivel bachillerato.
- Cartilla del SMN.

- Acta de nacimiento.
- Fotografías.

Presentar examen de admisión de acuerdo a requisitos y fechas que marca el Instituto Politécnico Nacional

### **Perfil de ingreso**

El aspirante a ser estudiante de la carrera de Ingeniería Matemática de la ESFM deberá ser un joven inquieto, con curiosidad e interés hacia lo nuevo y sensibilizado respecto a las necesidades de los modelos matemáticos en el mundo moderno, para la optimización de recursos y solución de problemas reales. Deberá ser consciente de la importancia de la información y su uso.

### **Perfil de egreso**

El egresado poseerá una sólida formación profesional en ciencias básicas y matemáticas y conocimiento especializados en algunas áreas de las mismas, según su línea de especialidad. apoyado en el método científico, que le permitirá observar las relaciones, percibir implicaciones y deducir conexiones en el mundo que lo rodea. Será capaz de realizar abstracciones y desarrollar la destreza para modelar fenómenos y procesos industriales y financieros. Será capaz de analizar problemas reales, crear modelos matemáticos que los representen, diseñar métodos que lleven a la solución de los mismos, resolverlos e interpretar los resultados para plantear soluciones al problema real.

### **Conocimientos.**

Sólida formación profesional en matemáticas y conocimientos en el área según la opción que puede ser financiera o industrial.

Analizar problemas, crear modelos matemáticos que los representen, diseñar métodos para su solución, interpretar los resultados para plantear soluciones al problema.

Utilizar herramientas computacionales para resolver problemas matemáticos, así como desarrollar sus propios sistemas y aplicarlos a problemas específicos.

Dispondrá de elementos para juzgar el impacto, implicaciones y consecuencias de la aplicación de sus conocimientos y soluciones a problemas.

### **Habilidades.**

Dirigir o participar en proyectos de investigación científica de punta.

Tendrá flexibilidad para adaptarse al mercado, habilidad negociadora y sentido práctico para implantar los esquemas que propone con el fin de realizar con éxito cada proyecto donde interviene.

Tendrá capacidad de comunicación y expresión con poder de convencimiento para manejar el diálogo y la concertación con otros profesionales dirigiendo o integrando grupos interdisciplinarios.

### **Campo ocupacional**

El estudiante de la Ingeniería Matemática contará con los conocimientos y habilidades para trabajar tanto en el sector público como en el privado. En la industria, en las dependencias gubernamentales, en los centros financieros, y en todas aquellas áreas que requieran fundamentar la toma de decisiones, mejorar la calidad de los procesos, predecir comportamientos, etc.

## **CAPITULO 1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **1.1 Antecedentes de la Empresa**

En el año de 1927 el señor Abelardo García Ramírez fundó el consorcio Aga. Este estratégico tapatío sobrevivió de la incursión en México de las grandes refresqueras. Aún cuando México es el segundo mercado consumidor de refrescos del mundo, perdurar en esta industria dominada por embotelladoras ligadas a grandes firmas multinacionales es una odisea. De ahí el mérito del señor Abelardo García Arce Ramírez, quien sin atemorizarse por el poderío de esas empresas, ha logrado convertir al consorcio Aga en el grupo refresquero independiente más grande del país. El que comenzó la tradición fue el señor Carlos García Arce, hermano mayor de su padre de Don Abelardo García Ramírez, quien después de aprender en la botica de unos parientes los secretos de la elaboración de las gaseosas, fundó en 1907 embotelladora la Favorita, firma que aún existe en Guadalajara.

En la década de los 80, ya como presidente de lo que se había constituido en el Consorcio Aga, Don Abelardo logró meter el grupo al codiciado mercado de la Ciudad de México, al comprar Embotelladora Mexicana, productora de la marca Jarritos. Más tarde, construyó plantas en Texcoco, Tultitlán y Chalco, a las que siguieron las aperturas de las embotelladoras de Puebla y Uruapan. Hoy en día, con 15 centros de producción y ventas que ascienden a 80 millones de cajas-unidad al año, el grupo tapatío representa 4% del mercado nacional, aunque su participación dentro del segmento de refrescos de sabores es de 15 a 20%.

Sus marcas líderes son Sidral Aga (propia de la empresa) y Squirt (franquiciada), pero también maneja Skarch Zubba, Nará, Jarritos y RC Cola, agua pureza aga y actualmente red cola.

La Embotelladora mexicana de jarritos fue el nombre que recibía esta fábrica que se ubicaba en avenida Coyoacán # 1617, con la venta de esta a los

señores Alberto y Antonio García Arce, se dividió en diferentes bodegas para ofrecer un mejor servicio.

La embotelladora es una bodega que se fundo en 1982 en la delegación Iztapalapa; mide aproximadamente 1000 metros de largo por 500 metros de ancho. Esta empresa comenzó con 20 camiones repartidores y ahora cuenta con 83 camiones de base que diariamente salen a trabajar y camiones extras para viajes foráneos para sustituir a algunos que los estén arreglando. La matriz de esta bodega se ubica en Guadalajara donde se encuentran las oficinas principales, esta empresa embotelladora cuenta con ingenieros que solo visitan las bodegas para hacer estudios, unos cuantos días, o hasta semanas pero nunca permanecen solo en una bodega.

La Matriz de Tultítlan es la proveedora de la mayor parte del refresco con envase de plástico y agua embotellada, aunque el agua es embotellada en el estado de Toluca por la excelente agua con la que cuenta ese estado. En la embotelladora de Toluca se compra todo el refresco con envase de vidrio. El promedio de las cajas que se venden por día en temporadas buenas es de 100 a 200 por camión, en temporadas malas son entre 80 y 90 cajas diarias también por camión, en refresco, agua de diferentes tamaños y diferentes precios. Los pedidos hechos por el pre-vendedor cuando se concretan se entregan por lo regular al día siguiente cuando el cliente por alguna circunstancia ya no quisiera su pedido se puede cancelar para que el chofer del camión repartidor pueda venderla a otro cliente. A los camiones repartidores se les asignan diferentes zonas en cada día de la semana para entregar su producto en este caso son refrescos de sabores de la marca jarritos, sidral aga, zubba, r.c. cola y agua de mesa de la marca pureza aga. El producto se reparte a tiendas, hoteles, casas, taquerias, escuelas, tiendas departamentales, cafeterías, salones de fiestas, etcétera. Los trabajadores de esta empresa entran a las 7:30 de la mañana y no se conoce la hora de salida porque su salario depende de lo que vendan, algunos pueden dejar de trabajar temprano, tarde o hasta muy noche dependiendo las ventas que obtuvieron ese día.

Así la empresa desde 1950 se considera todo un icono de la cultura mexicana. El nombre de Jarritos, encuentra su origen en la tradición mexicana de tomar café, agua y otras bebidas en “jarritos” hechos de barro por sus valores térmicos y el sabor refrescante que le brinda a las bebidas.

Jarritos está disponible en once deliciosos sabores: Tamarindo, Mandarina, Tutti-Frutti, Jamaica, Limón, Toronja, Guayaba, Piña, Fresa, Mango y Sandía, el sabor tamarindo es casi exclusivo de la empresa por que ninguna empresa ofrece el sabor tamarindo como jarritos

### **1.2 Giro de la Empresa**

Es una bodega que se dedica a la compra y venta de producto embotellado como son: los refrescos de la marca jarritos, sidral Aga, agua pureza Aga, Zubba, RC cola y red cola.

### **1.3 Filosofía de la Empresa**

#### **MISIÓN**

Ser una empresa dedicada a la venta de bebidas no alcohólicas manteniendo un crecimiento sostenido en ventas con mayor rentabilidad. El consorcio Aga aspira ser una empresa internacionalmente competitiva y plenamente humana, con base en el compromiso con sus clientes y empleados.

#### **VISIÓN**

Ser una empresa líder en clase mundial que se destaque por su actuación y permanencia exitosa en el mercado de bebidas no alcohólicas, generando valor agregado a nuestros clientes, consumidores, empleados y accionistas. Llegar a ser una empresa mundial, competitiva internacionalmente, con liderazgo nacional en el negocio del agua y refrescos de sabores.

## **POLÍTICA DE CALIDAD**

Dentro del factor humano: Dar un buen Servicio al cliente respeto y trato justo a toda la gente y manejar todas las cosas que se hacen dentro de la empresa con sentido simpleza y humildad.

## **VALORES**

- Tener en nuestras filas el mejor talento con gran compromiso y ambición para lograr resultados.
- Satisfacer a nuestros clientes y consumidores con productos de calidad total.
- Proyectar en la comunidad y con hechos una imagen de empresa comprometida y de gran desarrollo.
- Tener gente valiosa, comprometida y con alta ambición para lograr los resultados
- Respetar la dignidad de las personas que es el activo más importante de la empresa.
- Impulsar la creatividad a través de un ambiente de cooperación, respeto y armonía.
- Obtener una alta productividad de cada recurso empleado en la compañía.
- Generar de manera consistente la mayor rentabilidad para los accionistas de la empresa.
- Con base de su operación se propone la filosofía de calidad total y mejora continua

## 1.4 Organigrama de una Embotelladora

Este organigrama representa como esta constituida la Embotelladora, cuenta con el personal suficiente para llevar a cabo las actividades administrativas que viene siendo el 20% y aproximadamente un 80% de personal son los trabajadores dedicados a las ventas que son los choferes de los camiones repartidores, ayudantes, prevendedores, los encargados del mantenimiento de los camiones que son los mecánicos y los encargados de los montacargas que son los que suben la mercancía a los camiones repartidores.

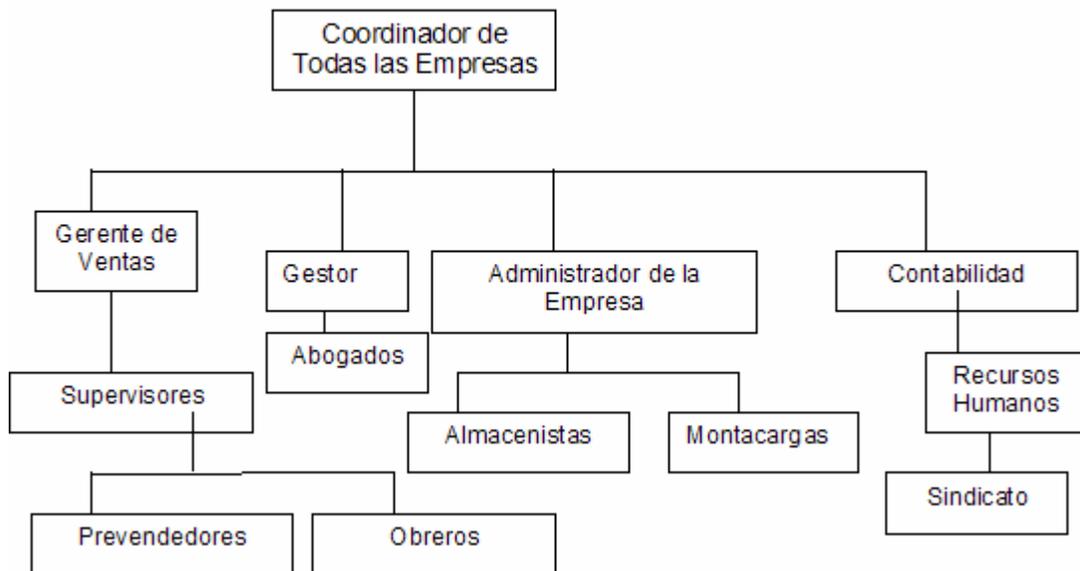


Figura 2 Organigrama de la Empresa

Este organigrama fue proporcionado por el departamento de Recursos Humanos de la Empresa.

## 1.5 Diagrama de la empresa

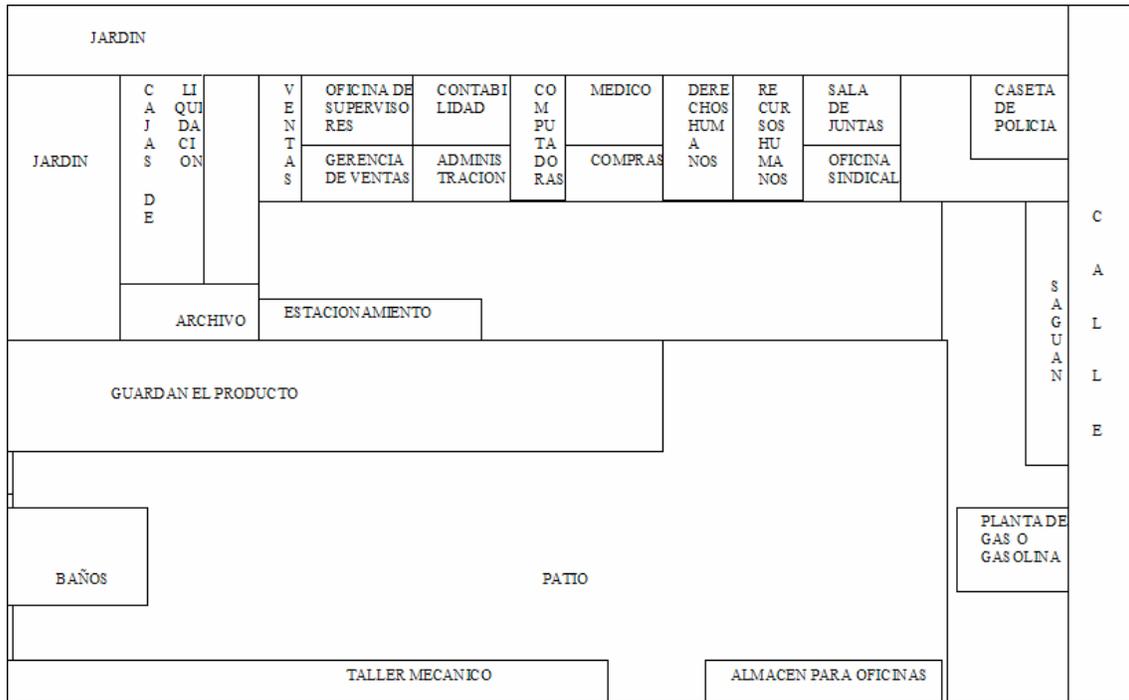


Figura 3 Diagrama de la empresa

## 1.6 Seguridad industrial de la Embotelladora

Definición de Seguridad Industrial en la ley federal del trabajo: es el conjunto de principios, leyes, normas y mecanismo de prevención de los riesgos propios al ambiente laboral, que pueden ocasionar un accidente ocupacional, con daños destructivos a la vida de los trabajadores, a las instalaciones o equipos de las empresas en todos sus ramos.

A continuación se describe la Seguridad Industrial con la que cuenta la empresa para prevenir accidentes y cumplir con la Ley Federal del Trabajo:

- Extinguidores para apagar todo tipo de incendios, estos se revisan y se vuelven a llenar antes de la fecha de su vencimiento. La empresa contrata a personal especializado para capacitar una vez al año a todos los trabajadores sobre el uso del extinguidor.

- Se proporciona uniforme a todos los trabajadores que es: pantalón, camisas, chamarras (de algodón), zapatos una vez al año, los zapatos son bota o choclo con casquillo al frente para proteger los pies, además guantes, impermeables y fajas, a los trabajadores encargados de conducir los montacargas además de lo anterior se les proporcionan cascos. En esta empresa los trabajadores se deben presentar uniformados en caso de no ser así, no pueden laborar.
- A los trabajadores de esta empresa se les afilia al Instituto Mexicano del Seguro Social desde el primer día de trabajo.
- También cuentan con servicio medico dentro de la empresa.
- Policías en la entrada para resguardar la seguridad del personal que se encuentran dentro de las instalaciones. Al personal que ingresa ajeno a ella se le manda a un policía para que lo acompañe y vigile que no le ocurra algún accidente.
- En caso de algún accidente el chofer del camión repartidor tiene la autorización de llevar al trabajador accidentado al lugar más cercano para que lo atiendan ya sea una farmacia o un hospital particular, los gastos los paga la empresa.
- Se da una capacitación de cómo se debe de conducir y de mecánica automotriz al personal que se encarga de conducir los camiones repartidores. Antes de salir a trabajar revisan su camión que este en buen estado mecánico, que la carga o la mercancía este bien acomodada y amarrada para evitar que las cajas de refrescos se les vengán encima.

- En caso de algún accidente la empresa y el seguro social se encargan de pagar los daños ocurridos, y en el caso de un choque la empresa cuenta con Gestor
- Cuenta también con letreros que previenen accidentes como el de peligro, otros que van dirigidos a los chóferes de los camiones como es el de disminuya su velocidad, velocidad máxima 10 Km/hr, otros dirigidos a todo el personal no fumar, peligro montacargas en servicio, salida de emergencia, basura, zona segura en caso de un sismo o incendio y cuales son los pasos a seguir en caso de ocurrir cualquiera de estos.
- El siguiente diagrama muestra símbolos de cómo están distribuidos los anteriores elementos para tener una seguridad, dentro de la empresa.

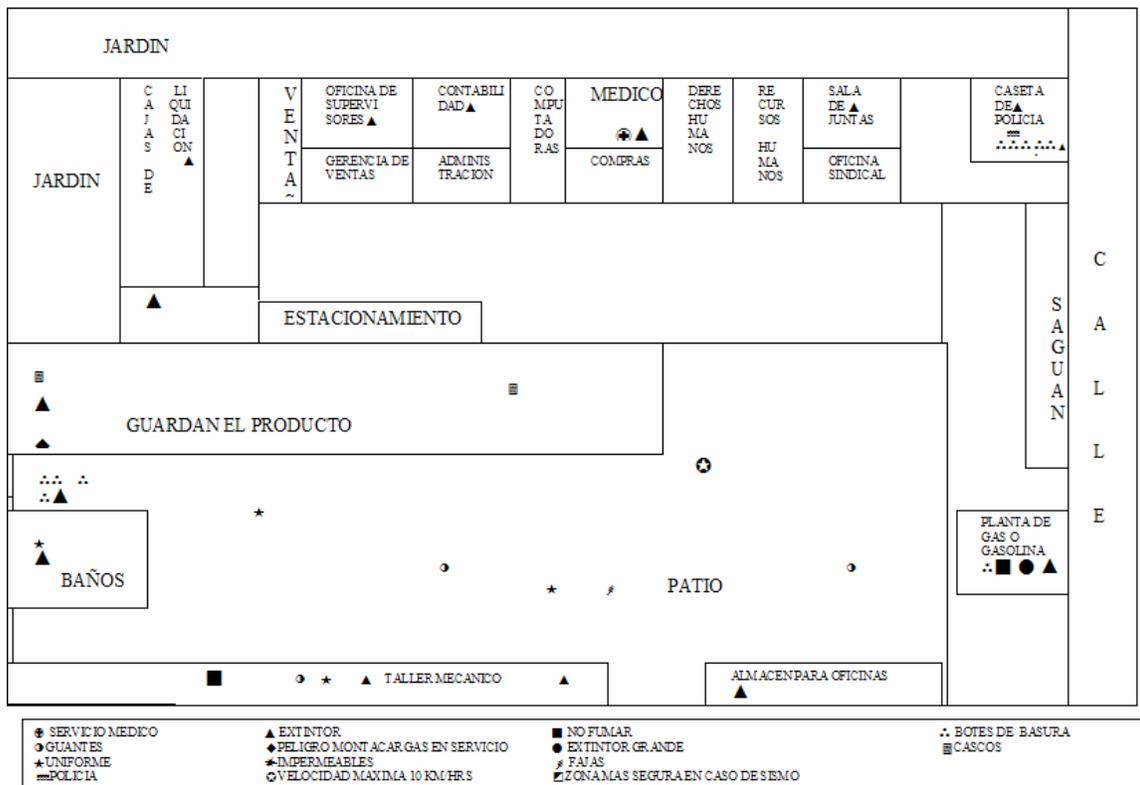


Figura 4 Diagrama de la seguridad industrial de la empresa

## **CAPITULO 2 HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA MEJORA CONTINÚA**

### **2.1 Herramientas básicas para la mejora continúa**

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios, nos muestra que pasamos de una etapa donde la calidad solamente se refería al control final (para separar los productos malos de los productos buenos) a una etapa de Control de Calidad en el proceso, con el lema: "La Calidad no se controla, se fabrica". Finalmente llegamos a una Calidad de Diseño que significa no solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan, como se postula en el enfoque de la Calidad Total. El camino hacia la Calidad Total además de requerir el establecimiento de una filosofía de calidad, crear una nueva cultura, mantener un liderazgo, desarrollar al personal y trabajar en equipo, desarrollar a los proveedores, tener un enfoque al cliente y planificar la calidad; demanda vencer una serie de dificultades en el trabajo que se realiza día a día. Se requiere resolver las variaciones que van surgiendo en los diferentes procesos de producción, reducir los defectos y además mejorar los niveles estándares de actuación. Para resolver estos problemas o variaciones y mejorar la Calidad, es necesario basarse en hechos y no dejarse guiar solamente por el sentido común, la experiencia o la audacia. Basarse en estos tres elementos puede ocasionar que en caso de fracasar nadie quiera asumir la responsabilidad. De allí la conveniencia de basarse en hechos reales y objetivos. Además es necesario aplicar un conjunto de herramientas estadísticas siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de problemas. Existen siete herramientas básicas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la Calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas operativos en los más distintos contextos de una organización.

Para la industria existen controles o registros que podrían llamarse "herramientas para asegurar la calidad de una fábrica ", esta son las siguientes:

1. Hoja de recolección
2. Histograma
3. Diagrama de pareto
4. Diagrama de causa efecto
5. Estratificación
6. Diagrama de Dispersión
7. Gráfica de control

La experiencia de los especialistas en la aplicación de estos instrumentos o herramientas estadísticas señala que bien aplicadas y utilizando un método estandarizado de solución de problemas pueden ser capaces de resolver hasta el 95% de los problemas. En la práctica estas herramientas requieren ser complementadas con otras técnicas cualitativas y no cuantitativas como son:

- La lluvia de ideas (Brainstorming)
- La Encuesta
- La Entrevista
- Diagrama de Flujo
- Matriz de Selección de Problemas, etc.

Hay personas que se inclinan por técnicas sofisticadas y tienden a menospreciar estas siete herramientas debido a que parecen simples y fáciles, pero la realidad es que es posible resolver la mayor parte de problemas de calidad, con el uso combinado de estas herramientas en cualquier proceso de manufactura industrial. Las siete herramientas sirven para:

- Detectar problemas
- Delimitar el área problemática
- Estimar factores que probablemente provoquen el problema
- Determinar si el efecto tomado como problema es verdadero o no
- Prevenir errores debido a distracción, rapidez o descuido
- Confirmar los efectos de mejora

- Detectar desacuerdos

## **2.2 Herramientas de calidad para Datos Cuantitativos.**

El análisis de la información que se obtenga, será de gran importancia siempre y cuando las herramientas estadísticas sean aplicadas correctamente. Estas herramientas son las que se pueden hacer en base a información con datos numéricos es decir son las estadísticas utilizadas para mejorar la producción de la empresa en general, como son: Hoja de Recolección, Histograma, Diagrama de Pareto, Diagrama de Dispersión, Estratificación, Gráfica de control.

### **2.2.1 Hoja de Recolección.**

La Hoja de Control u hoja de recogida de datos, también llamada de Registro, sirve para reunir y clasificar las informaciones según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos. Una vez que se ha establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que los caracterizan, se registran estas en una hoja, indicando la frecuencia de observación. Lo esencial de los datos es que el propósito este claro y que los datos reflejen la verdad. Estas hojas de recopilación tienen muchas funciones, pero la principal es hacer fácil la recopilación de datos y realizarla de forma que puedan ser usadas fácilmente y analizarlos automáticamente. De modo general las hojas de recogida de datos tienen las siguientes funciones:

De distribución de variaciones de variables de los artículos producidos (peso, volumen, longitud, talla, clase, calidad, etc.)

- De clasificación de artículos defectuosos
- De localización de defectos en las piezas
- De causas de los defectos
- De verificación de chequeo o tareas de mantenimiento.

Una vez que se ha fijado las razones para recopilar los datos, es importante que se analice las siguientes cuestiones:

- La información es cualitativa o cuantitativa
- Como se recogerán los datos y en que tipo de documento se hará
- Cómo se utiliza la información recopilada
- Cómo se analizará
- Quién se encargará de la recogida de datos
- Con qué frecuencia se va a analizar
- Dónde se va a efectuar

La hoja de recolección es una herramienta manual, en la que clasifican datos a través de marcas sobre la lectura realizadas en lugar de escribirlas, para estos propósitos son utilizados algunos formatos impresos, los objetivos más importantes de la hoja de control son:

- Investigar procesos de distribución
- Artículos defectuosos
- Localización de defectos
- Causas de efectos

Una secuencia de pasos útiles para aplicar esta hoja de recolección es la siguiente:

1. Identificar el elemento de seguimiento
2. Definir el alcance de los datos a recoger
3. Fijar la periodicidad de los datos a recolectar

Diseñar el formato de la hoja de recolección para recoger los datos, de acuerdo con la cantidad de información a recoger, dejando un espacio para totalizar los datos, que permita conocer: las fechas de inicio y término, las probables interrupciones, la persona que recoge la información, fuente, etc.

Ejemplo: Hoja de verificación

Problema: Reclamos sobre defectos que se presentan en la fabricación de una puerta de carro

PERIODO: 1 MES		
Responsable: SR. MENDEZ	PROCESO: FABRICACION DE	UNA PUERTA
TOTAL DE ITEMS PRODUCIDOS:480	PERIODO: 01/09/05 a 30/09/05	
TIPO DE DEFECTO	FRECUENCIA	TOTAL
Mancha en la puerta	//// // // // // // // // //	21
Rayada	//// // // // // // // // // // // // // //	35
Defecto en la manija	//// // // // // // // //	17
Floja	//// // // // // // // // // // // //	29
Abollada	///	3
Defecto en el vidrio	////	5
TOTAL		110

Tabla 1 Hoja de verificación de la fabricación de una puerta

## 2.2.2 Histograma

Un histograma es un gráfico o diagrama que muestra el número de veces que se repiten cada uno de los resultados cuando se realizan mediciones sucesivas. Esto permite ver alrededor de que valor se agrupan las mediciones (tendencia central) y cual es la dispersión alrededor de ese valor central.

Es básicamente la presentación de una serie de medidas clasificadas y ordenadas, es necesario colocar las medidas de manera que formen filas y columnas La manera más sencilla, es determinar y señalar el número máximo y mínimo por cada columna y posteriormente agregar dos columnas en donde se colocan los números máximos y mínimos por fila de los ya señalados. Tomamos el valor máximo de la columna X+ (medidas máximas) y el valor mínimo de las columnas X- (medidas mínimas) y tendremos el valor máximo y el valor mínimo. Teniendo los valores máximos y mínimos, podemos determinar el rango de la serie de medidas, el rango no es más que la diferencia entre los valores máximos y mínimos. Rango = valor máximo – valor mínimo. Es necesario determinar el número de clases para poder así tener el intervalo de cada clase.

El histograma se usa para:

1. Obtener una comunicación clara y efectiva de la variabilidad del sistema
2. Mostrar el resultado de un cambio en el sistema
3. Identificar anomalías examinando la forma
4. Comparar la variabilidad con los límites de especificación

Procedimientos de elaboración:

1. Reunir datos para localizar por lo menos 50 puntos de referencia
2. Calcular la variación de los puntos de referencia, restando el dato del mínimo valor del dato de máximo valor
3. Calcular el número de barras que se usaran en el histograma (un método consiste en extraer la raíz cuadrada del número de puntos de referencia)
4. Determinar el ancho de cada barra, dividiendo la variación entre el número de barras por dibujar
5. Calcule el intervalo o sea la localización sobre el eje X de las dos líneas verticales que sirven de fronteras para cada barrera
6. Construir una tabla de frecuencias que organice los puntos de referencia desde el más bajo hasta el más alto de acuerdo con las fronteras establecidas por cada barra.

Ejemplo: Supongamos que un médico dietista desea estudiar el peso de personas adultas de sexo masculino y recopila una gran cantidad de datos midiendo el peso en kilogramos de sus pacientes varones

74.6	74.6	81.6	75.4	69.8	68.4	70.7	73.2	67.5	79.8	63.7	73.2	72.1	69.4	79.4	72.1	79.4	71.6	70.7
74.5	85.9	65.8	63.5	95.7	69.4	79.4	70.7	85.3	70.7	72.1	63.7	71.6	69.8	74.6	71.6	74.6	69.4	63.7
77	114	57.8	69.9	74.5	74.3	74.6	79.4	88.6	79.4	71.6	74.9	69.4	83.5	85.2	69.4	85.2	69.8	70.7
70.7	77.9	74.5	63.7	77	63.2	85.2	74.6	70.7	74.6	69.4	63.7	69.8	83.5	81.6	69.8	81.6	79.3	69.8
79.4	76.4	77	72.1	70.7	68.4	81.6	85.2	79.4	85.2	69.8	76.3	69.8	79.4	72.1	83.5	83.5	69.4	67.9
74.6	95.7	70.7	71.6	79.4	76.9	67.9	81.6	74.6	81.6	83.5	67.9	70.7	69.8	70.7	63.7	72.1	71.6	83.5
85.2	78.4	79.4	69.4	74.6	75.4	79.4	63.7	67.9	85.2	67.9	69.4	79.3	83.5	79.4	72.1	71.6	69.7	67.9
81.6	84.6	74.6	69.8	85.2	74.8	74.6	72.1	63.7	81.6	63.7	68.4	85.2	73.2	81.6	63.7	71.6	83.5	71.6
67.9	97.4	85.2	83.5	81.6	78.9	85.2	71.6	72.1	67.9	72.1	81.6	69.4	83.5	69.8	72.1	69.4	69.8	71.6
63.7	74.5	81.6	69.7	67.9	77	81.6	69.4	71.6	63.7	70.7	72.1	77	63.7	83.5	71.6	69.8	74.9	67.9
72.1	77	67.9	68.4	63.7	76.7	67.9	69.8	69.4	71.6	70.7								

Tabla 2 Peso de personas adultas de sexo masculino

Así como están los datos es muy difícil sacar conclusiones acerca de ellos. Entonces, lo primero que hace el médico es agrupar los datos en intervalos contando cuantos resultados de mediciones de peso hay dentro de cada intervalo (esta es la frecuencia). Por ejemplo, ¿Cuántos pacientes pesan entre 60 y 65 kilos? ¿Cuántos pacientes pesan entre 65 y 70 kilos?:

Intervalos	Nº Pacientes (Frecuencia)	Intervalos	Nº Pacientes (Frecuencia)
<50	0	80-85	28
50-55	0	85-90	16
55-60	1	90-95	0
60-65	17	95-100	3
65-70	48	100-105	0
70-75	70	105-110	0
75-80	32	>110	1

Tabla 3 Datos agrupados de peso de personas adultas de sexo masculino

Ahora se pueden representar las frecuencias en un gráfico como el siguiente: Por ejemplo, la tabla 3 nos dice que hay 48 pacientes que pesan entre 65 y 70 kilogramos. Por lo tanto, levantamos una columna de altura proporcional a 48 en el gráfico: Y agregando el resto de las frecuencias nos queda el histograma siguiente:

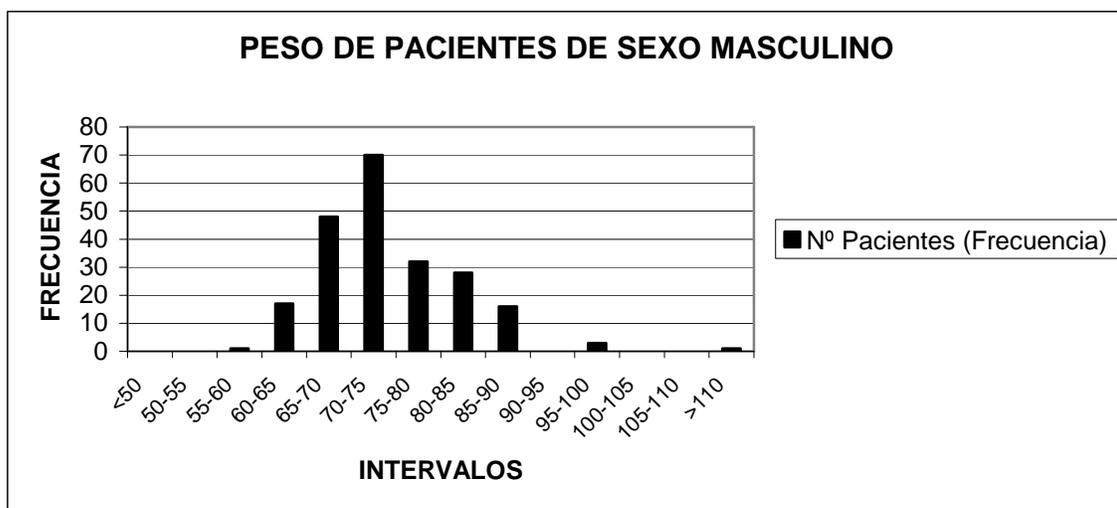


Figura 5 Histogramas de los pesos de los pacientes

Este histograma nos permite visualizar rápidamente información que estaba oculta en la tabla original de datos. Por ejemplo, nos permite apreciar que el peso de los pacientes se agrupa alrededor de los 70-75 kilos. Esta es la Tendencia Central de las mediciones. Además podemos observar que los pesos de todos los pacientes están en un rango desde 55 a 100 kilogramos. Esta es la Dispersión de las mediciones. También podemos observar que hay muy pocos pacientes por encima de 90 kilogramos o por debajo de 60 kilogramos. Ahora el médico puede extraer toda la información relevante de las mediciones que realizó y puede utilizarlas para su trabajo en el terreno de la medicina.

### **2.2.3 Diagrama de Pareto**

Es una herramienta que se utiliza para anticipar los problemas o las causas que los genera. El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza. El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas resuelven el 80 % del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20 % del problema. Basado en el conocido principio de Pareto, esta es una herramienta que es posible identificar lo poco vital dentro de lo mucho que podría ser trivial

Procedimientos para elaborar el diagrama de Pareto:

1. Decidir el problema a analizar.
2. Diseñar una tabla para conteo o verificación de datos, en el que se registren los totales.
3. Recoger los datos y efectuar el cálculo de totales.
4. Elaborar una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.

5. Jerarquizar los ítems por orden de cantidad llenando la tabla respectiva.
6. Dibujar dos ejes verticales y un eje horizontal.
7. Construya un gráfico de barras en base a las cantidades y porcentajes de cada ítem.
8. Dibuje la curva acumulada. Para lo cual se marcan los valores acumulados en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem, y finalmente una los puntos con una línea continua.
9. Escribir cualquier información necesaria sobre el diagrama.

Para determinar las causas de mayor incidencia en un problema se traza una línea horizontal a partir del eje vertical derecho, desde el punto donde se indica el 80% hasta su intersección con la curva acumulada. De ese punto trazar una línea vertical hacia el eje horizontal. Los ítems comprendidos entre esta línea vertical y el eje izquierdo constituyen las causas cuya eliminación resuelve el 80 % del problema.

Ejemplo: Diagrama de Pareto para la distribución de accidentes industriales 20% de los códigos de trabajo (cup y aby) causan acerca del 80% de los accidentes.

Código de trabajo	Numero de accidentes	Frecuencia acumulada
CUP	45	45
ABY	19	64
PBY	15	79
CDP	3	82
AXY	3	85
BXY	3	88
DBY	3	91
DXP	3	94
DYP	3	97
MAI	3	100

Tabla 4 Diagrama de Pareto de la distribución de accidentes industriales

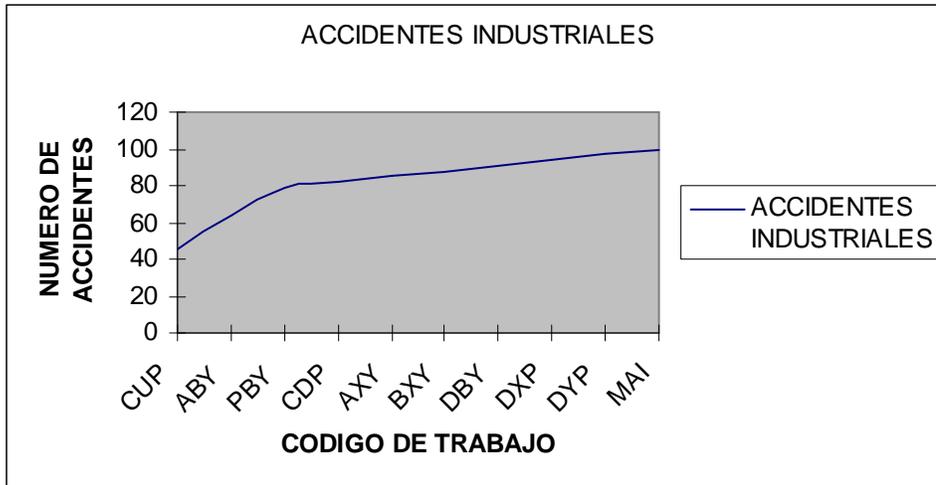


Figura 6 Diagrama de Pareto de accidentes industriales

### 2.2.4 Gráfica de Dispersión

Es un diagrama que representa gráficamente, en un espacio de ordenadas, los puntos de dicho espacio que corresponden a los valores correlativos de una distribución bivalente conjunta, estos diagramas deben usarse cuando tenemos un análisis estadístico bivariable, lo que significa que son dos variables una tabla de datos de doble entrada, la ventaja que tienen es que se puede graficar de una forma sencilla una distribución bivalente conjunta y la desventaja principal es que no funciona si sucede que una dupla se repita. Las dos variables se pueden embarcar así:

- Una característica de calidad y un factor que la afecta,
- Dos características de calidad relacionadas
- Dos factores relacionados con una sola característica de calidad.

Para comprender la relación entre estas dos variables, es importante, hacer un diagrama de dispersión y comprender la relación global. Los diagramas de dispersión o gráficos de correlación permiten estudiar la relación entre 2 variables. Dadas 2 variables X e Y, se dice que existe una correlación entre ambas si cada vez que aumenta el valor de X aumenta proporcionalmente el valor de Y (Correlación positiva) o si cada vez que aumenta el valor de X disminuye en igual

proporción el valor de Y (correlación negativa). En un gráfico de correlación representamos cada par X, Y como un punto donde se cortan las coordenadas de X e Y.

Ejemplo:

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
A	2	3	B	4	1	C	5	4	D	3	6	E	2	8

Tabla 5 Datos de x y

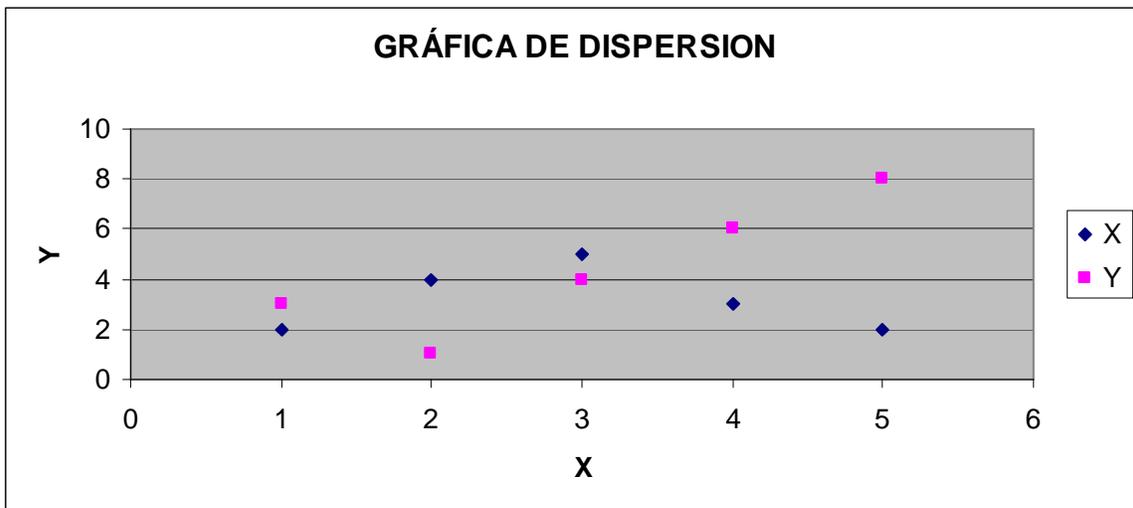


Figura 7 Gráfica de dispersión

### 2.2.5 Estratificación

Es lo que clasifica la información recopilada sobre una característica de calidad. Toda la información debe ser estratificada de acuerdo a operadores individuales en máquinas específicas y así sucesivamente, con el objeto de asegurarse de los factores asumidos. Utiliza los criterios efectivos para la estratificación son:

- Tipo de defecto
- Causa y efecto
- Localización del efecto
- Material, producto, fecha de producción, grupo de trabajo, operador, individual, proveedor, lote etc.

Ejemplo: Estratificación de calzado que la gente prefiere

Calzado	%	Calzado	%
Zapatillas	28	Pantuflas	36
Tenis	40	Botas	32
Sandalias	15	Mocasines	12

Tabla 6 Datos de calzado que la gente prefiere

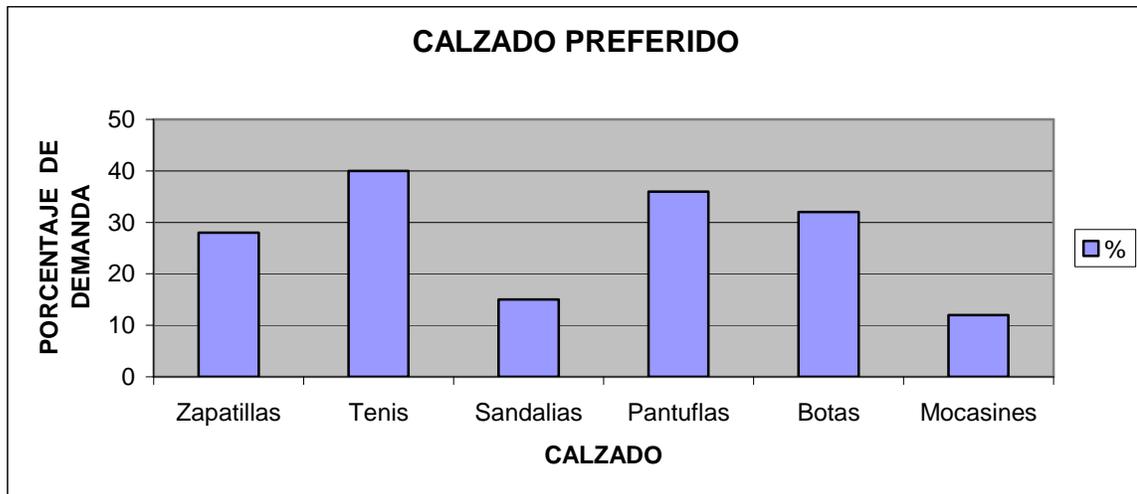


Figura 8 Diagrama de estratificación del calzado que la gente prefiere

### 2.2.6 Gráficas de Control

Una Gráfica de control ó carta de control para variables, es una gráfica lineal en la cual se trazan la línea central y línea límite. Hay muchos tipos de estas gráficas. Las más importantes son:

- Cartas ó gráficas de control  $\bar{X}$  -R
- Cartas ó gráficas de control p

Lo destacable de estas gráficas es que sirven para examinar si el estado de la línea de producción es estable o para controlar la calidad o las condiciones de producción. Si los puntos están dentro de las líneas límite y no se encuentran en un patrón especial, puede decirse que la línea de producción esta en un estado estable. Se utilizan para estudiar la variación de un proceso y determinar a que obedece esta variación. Un gráfico de control es una gráfica lineal en la que se

han determinado estadísticamente un límite superior (límite de control superior) y un límite inferior (límite inferior de control) a ambos lados de la media o línea central.

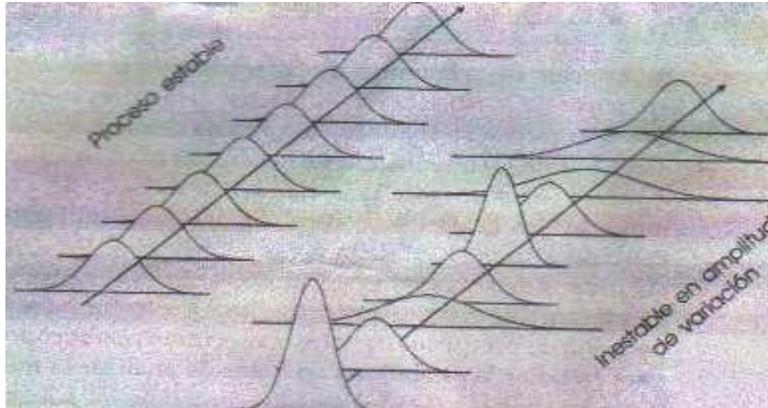


Figura 9 Proceso inestable en amplitud de variación

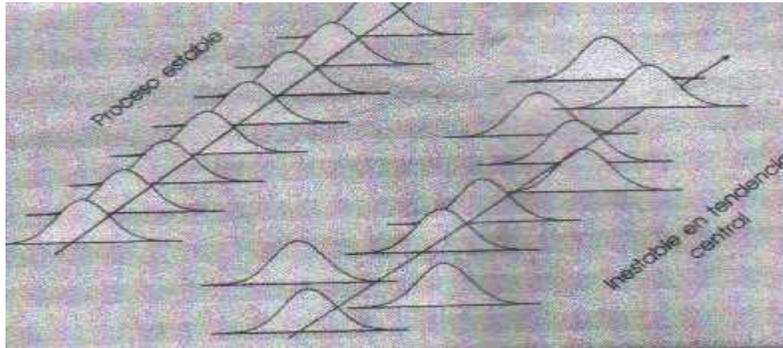


Figura 10 Proceso inestable en tendencia central

Los límites de control proveen señales estadísticas para que la administración actúe, indicando la separación entre la variación común y la variación especial. Estos gráficos son muy útiles para estudiar las propiedades de los productos, los factores variables del proceso, los costos, los errores y otros datos administrativos.

### **Cartas de control**

El objetivo básico de una carta de control es observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo. Esto permitirá distinguir entre variaciones por causas comunes y especiales

(atribuibles), lo que ayudara a caracterizar el funcionamiento del proceso y así decidir las mejores acciones de control y de mejora.

Cuando se habla de variabilidad nos referimos principalmente, a las variables de salida, (características de calidad, pero las cartas también pueden aplicarse a analizar la variabilidad de alguna variable de entrada o de control del proceso mismo).

Por el contrario si todos los puntos están dentro de los límites y no tienen algunos patrones de comportamiento que veremos mas adelante, entonces será señal de que en el proceso no ha ocurrido ningún cambio fuera de lo común, y funciona de manera estable (que esta en control estadístico). Así la carta se convierte en una herramienta para detectar cambios en los procesos.

### **Límites de control**

Estos no son especificaciones, tolerancias o deseos para el proceso. Por el contrario estos se calculan a partir de la variación del estadístico (datos) que se representa en la carta. De esta forma, la clave esta en establecer los límites para cubrir cierto porcentaje de la variación natural del proceso, pero se debe tener cuidado que tal porcentaje sea adecuado, ya que si es demasiado alto (99.9%) los límites serán muy amplios y será mas difícil detectar los cambios en el proceso, mientras que si el porcentaje es muy pequeño, los límites serán demasiado estrechos, con lo que se incrementara el error tipo 1. (Decir que hubo un cambio cuando en realidad no lo hubo)

Para calcular los límites de control se debe proceder de forma que, bajo condiciones de control estadístico, los datos que se grafican en la carta tengan alta probabilidad de caer dentro de tales límites. Por lo que una forma de proceder es encontrar la distribución de probabilidades de la variable, estimar sus parámetros y ubicar los límites de forma que un alto porcentaje (99.73%) de la distribución este dentro de ellos. Esta forma de proceder se conoce como límites de probabilidad. Una forma mas sencilla y usual se obtienen a partir de de la relación entre la media y la desviación estándar de  $W$  que para el caso que  $W$  se distribuya normal con media  $\mu_w$  y desviación estándar  $\sigma_w$ , bajo condiciones de

control estadístico, se tiene que entre  $\mu_w - 3\sigma_w$  y  $\mu_w + 3\sigma_w$  se encuentra 99.73% de los posibles valores de  $W$ . En el caso en el que no se tiene distribución normal, pero se tiene una distribución unimodal y con forma no muy distinta a la normal, entonces se aplica la regla empírica o la extensión del teorema de Chebyshev. Bajo estas condiciones un modelo general para una carta de control es el siguiente: Sea  $W$  el estadístico que se va a graficar en la carta y supongamos que su media es  $\mu_w$  y su desviación estándar  $\sigma_w$ , entonces el límite de control inferior (LCI), la línea central y el límite de control superior (LCS) están dados por:

$$\text{LCI} = \mu_w - 3\sigma_w$$

$$\text{Linea central} = \mu_w$$

$$\text{LCS} = \mu_w + 3\sigma_w$$

Con estos límites y bajo condiciones de control estadístico se tendrá alta probabilidad de que los valores de  $W$  estén dentro de ellos. En particular, si  $W$  tiene distribución normal, la probabilidad será de 0.9973, con lo que se espera que bajo condiciones de control solo 27 puntos de 10 000 caigan fuera de los límites. Este tipo de cartas de control fueron originalmente propuestas por el doctor Walter A. Shewhart, por lo que se les conoce como cartas de control tipo Shewhart.

La forma de estimar la media y la desviación estándar de  $W$  a partir de las observaciones del proceso dependerá del tipo de estadístico que sea  $W$ ; ya sea un promedio, un rango o un porcentaje.

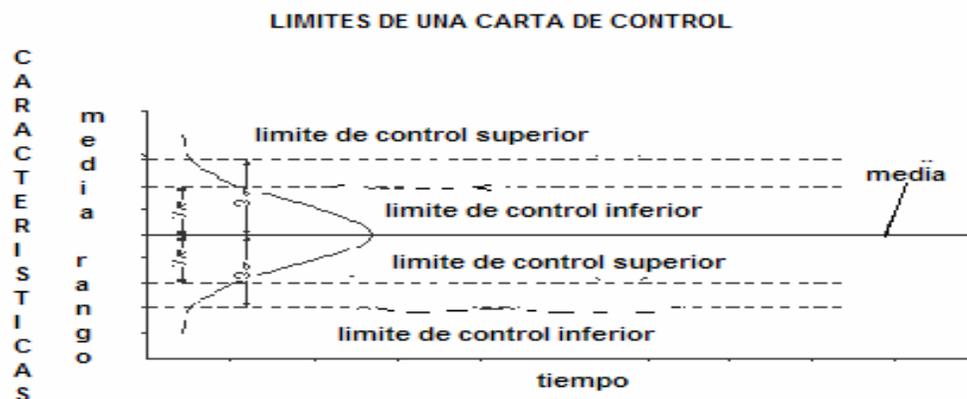


Figura 11 Límites de una carta de control

## **Tipos de cartas de control**

Existen dos tipos de generales de cartas de control: para variables y para atributos. Las cartas de control para variables se aplican a características de calidad de tipo continuo, que intuitivamente son aquellas que requieren un instrumento de medición (pesos, volúmenes, voltajes, longitudes, resistencias, temperaturas, humedad, etc.). Las cartas para variables tipo Shewhart más usuales son:

- $\bar{X}$  (De promedios)
- R (De rangos)
- S (De desviaciones estándar)
- $\bar{X}$  (De medidas individuales)

Estas formas distintas de llamarle a una carta de control se debe al tipo de estadístico que se grafica en la carta: un promedio, un rango, etc.; por medio de la cual se tratara analizar una característica importante de un producto o un proceso.

Existen muchas características de calidad que no son medidas con un instrumento de medición en una escala continua o al menos en una escala numérica. En estos casos, el producto o proceso se juzga como conforme o no conforme, dependiendo de si posee ciertos atributos; o también al producto o proceso se le podrá contar el número de defectos o no conformidades que tiene. La variabilidad y tendencia central de este tipo de características de calidad de tipo discreto. Las cartas de control para atributos son las siguientes:

- p (Proporción o fracción de artículos defectuosos)
- np (Número de unidades defectuosas)
- c (Número de defectos)
- u (Números de defectos por unidad)

Además de las anteriores, existe gran variedad que en general pretenden mejorar el desempeño de alguna de las cartas tradicionales. Mejorar su desempeño en el sentido de detectar mas rápido un cambio en el proceso, reducir la frecuencia de falsas alarmas, (cuando hay una señal de fuera de control, pero el

proceso esta en control) y modelar mejor el comportamiento de los datos. Entre las cartas adicionales mas conocidas se encuentran la Ewma y cusum.

**ELEMENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UNA CARTA DE CONTROL DE ATRIBUTOS**

CARTA	PROPOSITO	USO	TAMAÑO DE SUBGRUPO, n	COSIDERACIONES ADICIONALES
Proporción de defectuosos (p)	Analizar la proporción de artículos defectuosos por subgrupo (unidades rechazadas/ unidades inspeccionadas). Se supone una distribución binomial	<p>Por lo general es utilizada para reportar resultados en puntos de inspección, donde una o mas características de calidad son evaluadas y en función de esto el artículo es aceptado o rechazado</p> <p>Si las <math>n_i</math> piezas del subgrupo <math>i</math>, se encuentra que <math>d_i</math> son defectuosas (no pasan), entonces en la carta p se grafica y se analiza la variación de la proporción <math>p_i</math> de unidades defectuosas por subgrupo:</p> $P_i = \frac{d_i}{n_i} \quad \mu_{pi} = \bar{p} \quad \text{y} \quad \sigma_{pi} = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ $LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$ <p>Línea central= <math>\bar{p}</math></p> $LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$	<p>El valor de n puede ser constante o variable, pero suficientemente grande para tener una alta probabilidad de que en cada subgrupo se detecte por lo menos una pieza defectuosa. Esto se logra tomando a n tal que</p> $n > 9 \left[ \frac{(1-p)}{p} \right]$	<p>No es adecuada si n es mucho más pequeña que el valor recomendado. Para n muy grande, de uno o varios miles, los límites de control serán muy estrechos; y es mejor graficar la proporción en una carta de individuales. Si n es muy variable de un subgrupo a otro (mas de 25%); se debe utilizar una carta estandarizada o una con limites variables</p>
Número de defectuosos (np)	Monitorea el número de unidades defectuosas por subgrupo (número de unidades rechazadas por cada muestra inspeccionada). Se supone una distribución binomial	<p>Se aplica en la misma situación que la carta p, pero con el tamaño de subgrupo constante. Es mas fácil graficar los puntos en la carta , al trabajar con números enteros</p> $\mu_{di} = n \bar{p} \quad \text{y} \quad \sigma_{di} = \sqrt{np(1-p)}$ $LCS = n \bar{p} + 3 \sqrt{np(1-p)}$ <p>LINEA CENTRAL= <math>n \bar{p}</math></p> $LCI = n \bar{p} - 3 \sqrt{np(1-p)}$	<p>El valor de n debe ser constante y en cuanto a su tamaño se aplica los mismos criterios que la carta p.</p>	<p>Aplican las dos primeras observaciones para la carta p. cuando n crece la sensibilidad o potencia de la carta para detectar cambios es mayor</p>

Tabla 7 Elementos para selección de una carta de control de atributos

CARTA	PROPOSITO	USO	TAMAÑO DE SUBGRUPO , n	COSIDERACIONES ADICIONALES
Número de defectos por subgrupos ©	Analiza el número de defectos por subgrupo. Se supone una distribución de poisson	Uno de sus usos se da en puntos de inspección, donde se busca localizar uno o mas tipos de defectos relativamente menores, de forma que aunque se encuentren defectos, el artículo no se rechaza. También se usa para variables como numero de quejas, de errores de paros, de clientes, etc.	El tamaño de subgrupo es constante, y puede ser desde un solo producto (con varios defectos potenciales), un lote o unidad de tiempo. De ser posible elegir el tamaño de subgrupo, de tal manera que el número promedio de defectos por subgrupo (línea central) sea mayor que 9.	Si en cada subgrupo se esperan 0 o muy pocos defectos, mucho menos que 9, usualmente la carta no es efectiva. En esos casos, buscar, incrementar el tamaño de subgrupo o buscar otras alternativas.
Número promedio de defectos por unidad (u)	Monitorea el número promedio de defectos por artículo o unidad inspeccionada. Se supone una distribución de poisson.	Igual que la carta c, pero aquí se prefiere analizar el número promedio de defectos por artículo o unidad, en lugar del número de defectos por subgrupo.	El tamaño de subgrupo puede ser constante o variable, pero siempre incluye varias unidades o artículos. Buscar que n $\geq$ 9 cumpla que $n > u$	Si n es menor que el numero recomendado, la carta u suele no ser útil. En esos casos, buscar incrementar n o utilizar otra carta de control.

Tabla 8 Elementos para selección de una carta de control

**ELEMENTOS PARA LA SELECCIÓN DE UNA CARTA DE CONTROL PARA VARIABLES.**

CARTA	PROPOSITO	USO	TAMAÑO DE SUBGRUPO, n	CONSIDERACIONES ADICIONALES
De medias ( $\bar{X}$ )	Analiza las medias de subgrupos, como una forma de detectar cambios en el promedio del proceso. Aunque la carta esta inspirada en la distribución normal, la carta funciona bien para otras distribuciones debido al teorema central del limite	Procesos masivos (de mediano a alto volumen), donde en un corto tiempo se producen varios artículos y/o mediciones.	$n > 3$ a medida que n crece la carta detecta incluso pequeños cambios en el promedio del proceso. Por esto generalmente un tamaño de n menor que 10 es suficiente para detectar cambios moderados y grandes, que son los de mayor interés en la práctica.	Los limites de control indican donde se espera que varíen las medias de los subgrupos, por lo que no indican donde varían las mediciones individuales, y no tienen nada que ver con las especificaciones.
Rangos ®	Analiza los rangos de los subgrupos como una estrategia para detectar cambios en la amplitud de la variación del proceso. La falta de normalidad afecta un poco a la carta.	Usada conjuntamente con la carta $\bar{X}$ , cuando $n < 11$ por lo que se aplica al mismo tipo de proceso que tal carta	$3 < n < 11$ a medida que n crece es capaz de detectar cambios mas pequeños en la amplitud de la dispersión del proceso	Es importante utilizarla junto con una carta $\bar{X}$ de los criterios para cambios de nivel, solo utiliza el de puntos fuera de los limites.
Desviación estándar (S)	Analiza la desviación estándar que se calcula a cada subgrupo, como una estrategia para detectar cambios en la amplitud de la variación del proceso. La falta de normalidad afecta un poco a la carta	Usada conjuntamente con la carta $\bar{X}$ , cuando $n > 10$ . por lo que se aplica al mismo tipo de proceso que tal carta	$n > 10$ dado el tamaño de subgrupo recomendado. usarla cuando se quiera detectar	Tanto la cartas como esta, tiene mayor sensibilidad cuando n crece, usarlas cuando se quiere y se este dispuesto a tener un control estricto sobre el proceso. De los criterios para cambios de nivel, solo utilizar el de puntos fuera de los límites.
Individuales (X)	Analiza cada medición individual del proceso, y le detecta cambios grandes principalmente, tanto en la media como en la amplitud de la dispersión. Si la distribución no es normal, la carta se puede ver afectada poco.	Procesos de bajo volumen, donde se requiere un tiempo considerable (de una a mas horas) para obtener un resultado o una medición.	Por propósito $n=1$	Si en estos procesos es importante detectar cambios mas pequeños y medianos, se recomienda utilizar otra carta mas sensible (la EWMA o CUSUM)

Tabla 9 Tipos de cartas de control

Causas de variación	<p><b>Comunes (o por azar):</b> Es aquella que permanece día a día, lote a lote, la aportan en forma natural las actuales condiciones de las 6 M's.</p> <p><b>Especiales (o atribuibles):</b> es causada por situaciones o circunstancias especiales que no son permanentes en el proceso.</p>
<p>Cartas de control</p> <p><math>\bar{X}</math>-R</p> <p><math>\bar{X}</math>-S:</p> <p>Individuales</p> <p>Precontrol</p>	<p><b>CARTAS DE CONTROL:</b> Es una gráfica que sirve para observar y analizar con datos estadísticos la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo</p> <p><math>\bar{X}</math>-R: Es un Diagrama para variables que se aplican a procesos masivos, en donde en forma periódica se obtiene una muestra o subgrupo de productos, se miden y se calcula la media <math>\bar{X}</math> y el rango R para registrarlos en la correspondiente carta.</p> <p><b>CARTA <math>\bar{X}</math>-S:</b> Diagrama para variables que se aplica a procesos masivos, en los que se quiere tener mayor potencia para detectar cambios pequeños. Generalmente el tamaño de subgrupos es <math>n &gt; 10</math>.</p> <p><b>CARTAS INDIVIDUALES</b></p> <p>La carta de individuales es un diagrama para variables de tipo continuo, pero en lugar de aplicarse a procesos demasiado semi masivos como en el caso de la carta <math>\bar{X}</math>-R, se aplica a procesos lentos, en los cuales para obtener una medición o una muestra de la producción se requieren periodos relativamente largos. Una de las desventajas de la carta de individuales es su menor potencia o sensibilidad para detectar cambios en el proceso, comparada con la carta de medias</p> <p>CARTA DE RANGOS MOVILES: CARTA que acompaña a la carta de individuales, y en ella se grafica el rango móvil en orden 2. es de utilidad para detectar cambios en la dispersión del proceso</p> <p><b>CARTAS DE PRECONTROL: DIAGRAMA PARA VARIABLES CON DOBLE</b></p> <p><math>C_{pk} &gt; 1.15</math>;</p>
	<p><b>El índice de inestabilidad</b> mide que tan inestable es el proceso y se obtiene dividiendo el numero de puntos especiales entre el total de puntos graficados en una carta</p> <p>El índice de inestabilidad, <math>S_t</math>, se define como:</p> $S_t = \frac{\text{Número de puntos especiales}}{\text{Número total de puntos}} \times 100$ <p>Se parte de que su valor ideal es cero, que ocurre cuando no hubo puntos especiales. Si todos los puntos graficados fueran especiales, entonces el valor del índice <math>S_t</math>, seria 100.</p>

Tabla 10 Elementos de cartas de control para variables

### 2.2.6.1 Cartas de Control $\bar{X}$ -R

Es un Diagrama para variables que se aplican a procesos masivos, en donde en forma periódica se obtiene una muestra o subgrupo de productos, se miden y se calcula la media  $\bar{X}$  y el rango R para registrarlos en la correspondiente carta.

Existen muchos procesos industriales que pueden decirse que son de tipo masivo, en el sentido de que se producen muchos artículos, partes o componentes durante un lapso de tiempo pequeño. Por ejemplo: líneas de ensamble, máquinas empacadoras, procesos de llenado, operaciones de soldadura en una línea de producción, moldeo de piezas de plástico, etc. Algunos de estos procesos harán miles de operaciones por día, mientras que otros efectuarán varias decenas o centenas. En ambos casos estaremos ante un proceso masivo. Si además las variables de salida son de tipo continuo, entonces estamos ante el campo ideal de aplicación de las cartas de control  $\bar{X}$ -R

La idea es la siguiente: imaginemos que a la salida del proceso fluyen (uno a uno o por lotes) las piezas resultantes del proceso, cada determinado tiempo o cantidad de piezas se toma un número pequeño de piezas (subgrupo) a las que se les medirá una o más características de calidad. Con las mediciones de cada subgrupo se calculará la media y el rango, de modo que cada periodo de información de tiempo (media hora por ejemplo) se tendrá una media y un rango que aportan información sobre la tendencia central y variabilidad del proceso, respectivamente. Con la carta  $\bar{X}$  se analiza la variación entre las medias de los subgrupos, para así detectar cambios en la media del proceso, mientras que con la carta R se analiza la variación entre los rangos de los subgrupos lo que permite detectar cambios en la amplitud o magnitud de la variación del proceso

Un gráfico de Control muestra:

- Si un proceso está bajo control o no
- Indica resultados que requieren una explicación
- Define los límites de capacidad del sistema, los cuales previa comparación con los de especificación pueden determinar los próximos pasos en un proceso de mejora.

Este puede ser de línea quebrada o de círculo. La línea quebrada es a menudo usada para indicar cambios dinámicos. La línea quebrada en la gráfica de control es la que provee información del estado de un proceso y en ella se indica si el proceso es estable o no. En ella se aclara como las medidas están relacionadas a los límites de control superior e inferior del proceso, los puntos afuera de los límites de control muestran que el control esta fuera de control. Todos los controles de calidad requieren un cierto sentido de juicio y acciones propias basadas en información recopilada en el lugar de trabajo.

La calidad no puede alcanzarse únicamente a través de calcular desarrollado en el escritorio, pero si a través de actividades realizadas en la planta y basadas desde luego en cálculos de escritorio. El control de calidad o garantía de calidad se inició con la idea de hacer hincapié en la inspección. Necesidad de la participación total.

### **Patrón 1 Desplazamientos o cambios en el nivel del proceso**

Este patrón ocurre cuando uno o mas puntos se salen de los límites de control o cuando hay una tendencia larga y clara que los puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central .estos cambios especiales pueden ser por:

- La introducción de nuevos trabajadores, máquinas, materiales o métodos
- Cambios en los métodos de inspección
- Una mayor o menor atención de los trabajadores
- Que el proceso ha mejorado (o empeorado)

Cuando este patrón ocurre en las cartas  $\bar{X}$  p, np, o c, se dice que hubo un cambio en el nivel promedio del proceso; por ejemplo en las cartas de atributos eso significa que el nivel promedio de disconformidades se incremento o disminuyo; mientras que en la carta  $\bar{X}$  un cambio de nivel significa que el centrado del proceso tuvo cambios.

En la carta R y S un cambio de nivel significa que la variabilidad aumento o disminuyo, aunque por la falta de simetría de la distribución de R y S, este patrón del lado inferior de estas cartas se debe ver con mas reservas y esperar a acumular mas puntos por debajo de la línea central para declarar que hay un cambio significativo (disminución de la variabilidad)

Los criterios más usuales para ver si este patrón se ha presentado son:

un punto fuera de los límites de control, hay una tendencia clara y larga a que los puntos consecutivos caigan de un solo lado de la línea central. Algunas pruebas concretas para este patrón, son:

- a) ocho o mas puntos consecutivos de un solo lado de la línea central;
- b) al menos 10 o 11 puntos consecutivos caen de un mismo lado de la línea central.
- c) por lo menos 12 de 14 puntos consecutivos ocurren por un mismo lado de la línea central

### **Patrón 2 Tendencias en el nivel del proceso**

Este patrón consiste en una tendencia a incrementarse (o disminuirse los valores de los puntos) en la carta, una tendencia ascendente o un descendente bien definida y larga se puede deber a algunas de las siguientes causas especiales:

- Deterioro o desajuste gradual del equipo d producción
- Desgaste de las herramientas de corte
- Acumulación de productos de desperdicios en las tuberías
- Calentamiento de maquinas
- Cambios graduales en las condiciones del medio ambiente

Estas causas se reflejan prácticamente en todas las cartas excepto en las R y S. Las tendencias en estas cartas son raras, pero cuando se dan, puede deberse a la mejora o decrecimiento de la habilidad de un operario; fatiga del operario (la

tendencia se repetirá en cada turno), y al cambio gradual en la homogeneidad de la materia prima.

Para determinar si hay una tendencia en el proceso se tienen los siguientes criterios:

- seis o mas puntos consecutivos ascendentes (o descendentes)
- un movimiento demasiado largo de puntos hacia arriba (o abajo) de la carta de control aunque no todos los puntos en ascenso (o descenso) se aprecia una tendencia creciente de los puntos, que es demasiada larga para considerarse que es ocasionada por variaciones aleatorias, por lo que mas bien es señal de que algo especial (desplazamiento) esta ocurriendo en el proceso correspondiente. En ocasiones pueden presentarse aparentes tendencias ocasionadas por variaciones naturales y del muestreo del proceso, por eso debe ser larga la tendencia para considerarla algo especial. Cuando se presente una tendencia y se dude si es especial, hay que estar alerta para ver si efectivamente esta ocurriendo algo especial en el proceso.

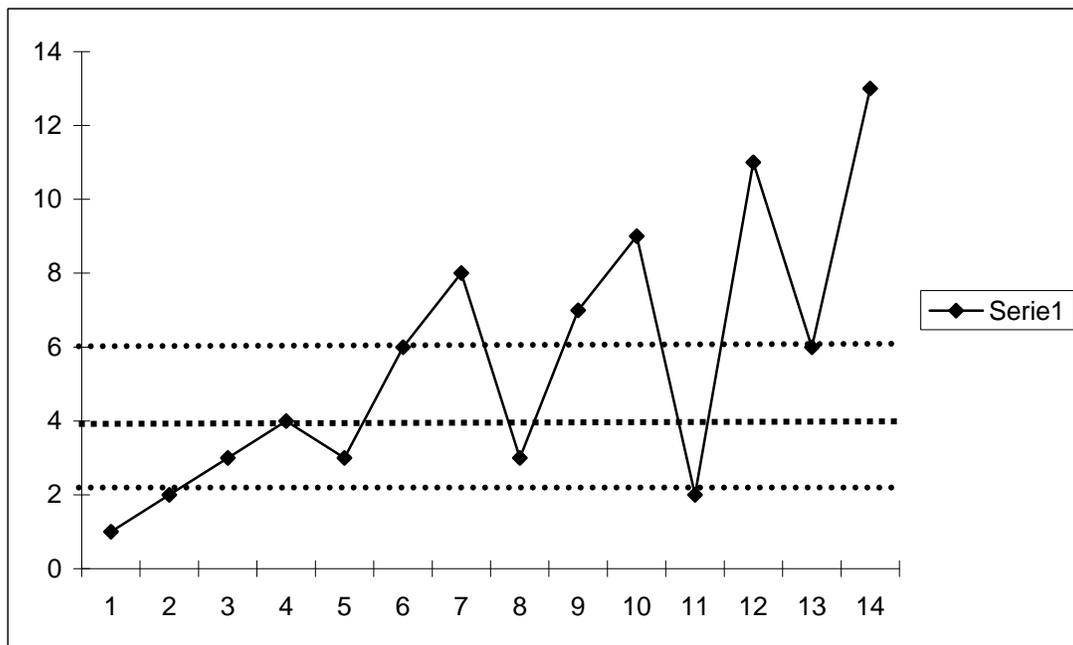


Figura 12 Gráfica de control

### Patrón 3 Ciclos recurrentes (periodicidad)

Otro movimiento no aleatorio que pueden presentar los puntos en las cartas es un comportamiento cíclico de los puntos. Por ejemplo, se da un flujo de puntos consecutivos que tienden a crecer y luego se presenta un flujo similar pero de manera descendente y esto se repite en ciclos

Cuando un comportamiento cíclico se presenta en la carta  $\bar{X}$ , entonces las posibles causas son:

- cambios periódicos en el ambiente
- diferencias en los dispositivos de medición o de prueba que se utilizan en cierto orden
- rotación regular de máquinas u operarios
- efecto sistemático producido por dos maquinas, operarios o materiales que se usan alternadamente

Si el comportamiento cíclico se presenta en la carta R o S, entonces algunas de las posibles causas son mantenimiento preventivo programado o fatiga de trabajadores o secretarias. Las cartas p, np, c y u se ven afectadas por las mismas causas que las cartas de medias y rangos.

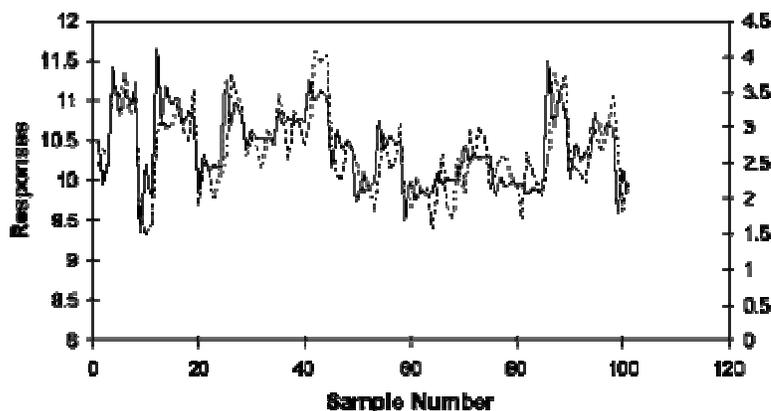


Figura 13 Comportamiento cíclico

### Patrón 4 Mucha variabilidad

Una señal de que en el proceso hay una causa especial de mucha variación, se manifiesta mediante la alta proporción de puntos cerca de los límites de control, a ambos lados de la línea central, y pocos o ningún punto en la parte central de la carta. En estos casos se dice que hay mucha variabilidad,. Algunas causas que pueden afectar a la carta de esta manera son:

- sobre control o ajustes innecesarios en el proceso
- diferencias sistemáticas en la calidad del material o en los métodos de prueba
- control de mas de dos procesos en la misma carta con diferentes promedios

Mientras que las cartas R y S se pueden ver afectadas por la mezcla de materiales de calidades bastante diferentes, diversos trabajadores utilizando la misma carta R (uno mas hábil que el otro), y datos de procesos operando bajo distintas condiciones graficados en la misma carta. Los criterios para detectar alta proporción de puntos cerca o fuera de los límites son las siguientes.

Ocho puntos consecutivos a ambos lados de la línea central con ninguno en la zona central

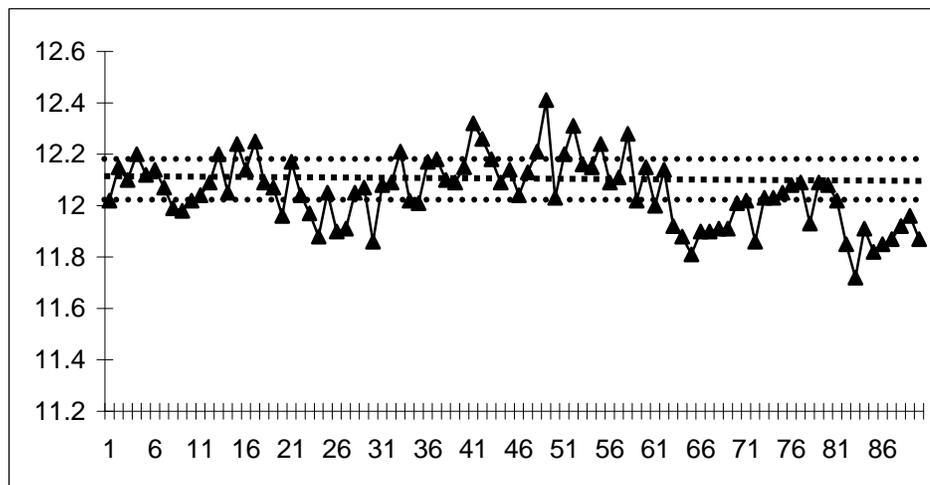


Figura 14 Gráfica con mucha variabilidad

### Patrón 5 Falta de variabilidad (Estatificación)

Una señal de que hay algo especial en el proceso es que prácticamente todos los puntos se concentren en la parte central de la carta, es decir, que los puntos reflejen poca variabilidad o estatificación, algunas de las causas que pueden afectar a todas.

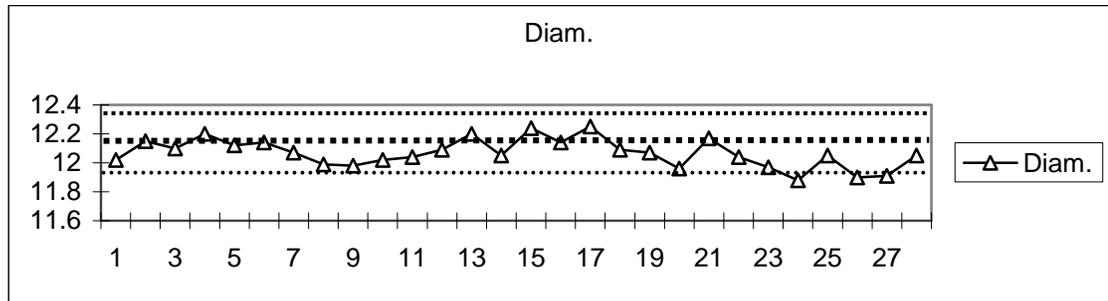


Figura 15 Falta de variabilidad

### 2.2.7 Gráfica P

Usada para controlar la calidad y las condiciones de producción con el porcentaje de artículos defectuosos. Estas gráficas representan atributos o toda aquella característica que se pueden calificar como buena o mala (pasa o no pasa).

Para realizar una gráfica p tomaremos una muestra, de alguna característica o atributo del producto, de estas muestras calcularemos el porcentaje de defectuosos se agruparan las muestras según el tiempo en que se hayan tomado dichas muestras, es decir, días, semanas, quincenas, meses, etc.

Se gráfica en una hoja cuadrículada los límites de producción y el porcentaje de defectuosos de las muestras. Dentro de esta hoja cuadrículada graficaremos en una zona los promedios de las piezas defectuosas que se tiene por muestra, y al final se realizara el promedio de defectuosos del tiempo total que se hayan tomado las muestras.

Ejemplo:

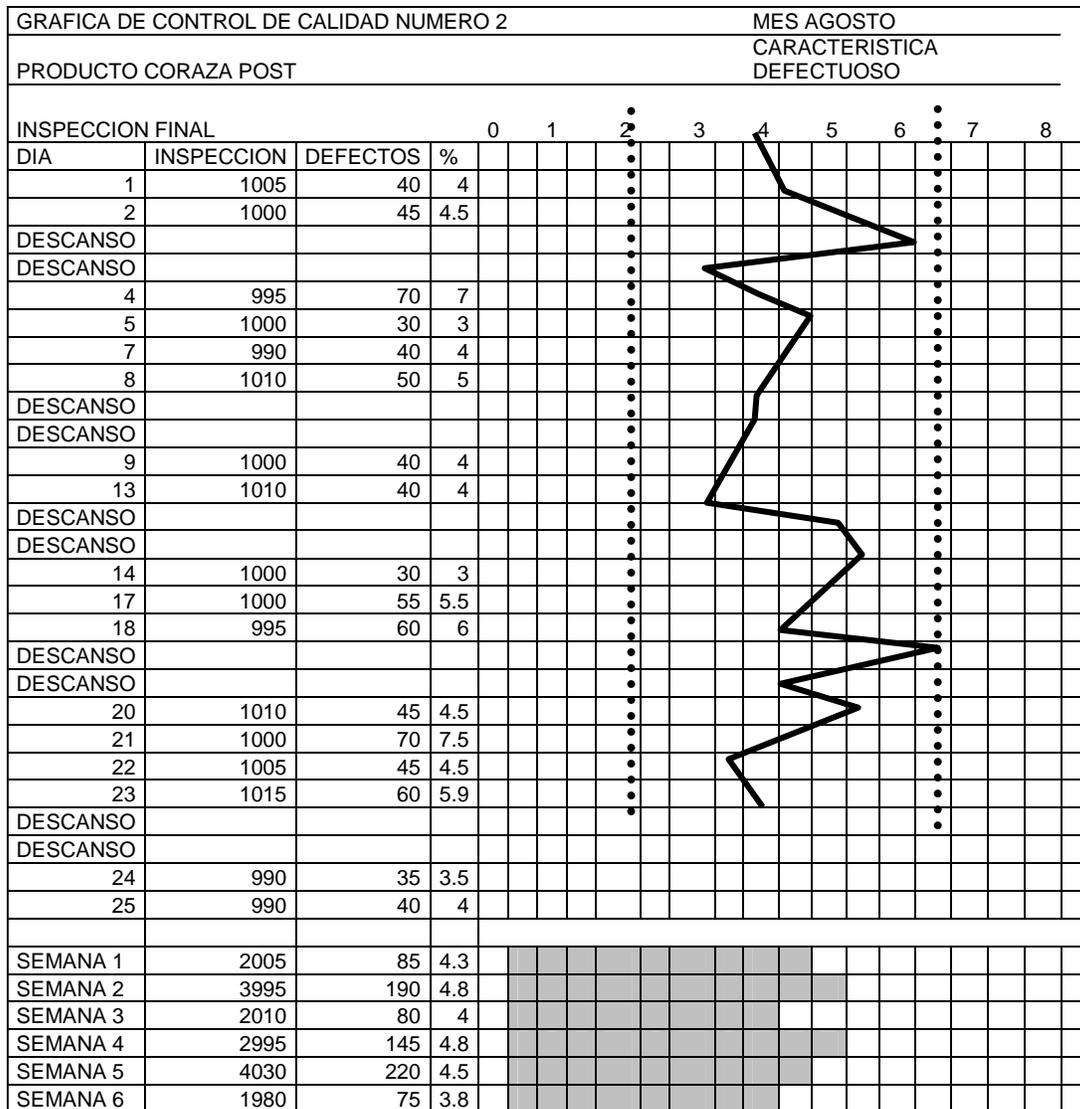


Figura 17 Gráfica p

### 2.3 Herramientas para datos cualitativos

El estudio y la aplicación de las siguientes herramientas, serán de gran importancia en la aplicación de mercadotecnia para la empresa. Estas herramientas son las que se pueden hacer en base a información con datos no numéricos.

- La lluvia de ideas (Brainstorming)
- La Encuesta
- La Entrevista

- Diagrama de Flujo
- Matriz de Selección de Problemas, etc.

### **2.3.1 Lluvia de ideas**

También conocida como tormenta de ideas, es un proceso organizado de generación de ideas que evita cualquier evaluación prematura, dado que ésta frecuentemente obstaculiza la producción de buenas ideas. La lluvia de ideas consiste en la reunión de un grupo de personas que participan en la libre aportación reconceptos y modos respecto a un tema común y desde todas las perspectivas posibles. La lluvia de ideas es una de las herramientas que satisface las necesidades de todos, mientras se logra el objetivo, es divertida, fácil y poderosa, al tiempo que sirve para obtener muchas ideas en corto tiempo. Los participantes se sienten con la libertad de contribuir, porque todas las ideas son aceptadas como validas. El resultado puede enunciarse así: cada quien ganara, todos son inteligentes, etc. Los materiales para las secciones de lluvia de ideas son simples y pocos, como marcadores y algunas hojas de papel para rota folio. Sin embargo crear el ambiente mental puede ser un reto. Para que esta técnica sea poderosa y productiva siga algunos lineamientos, usted debe recordar que todas las ideas son buenas. No evalué ni critique. Mantenga eso en mente y las ideas fluirán.

La técnica de lluvia de ideas requiere de ciertos pasos para su ejecución los cuales son:

- Informar a los participantes el valor preciso y el porque de la aplicación de esta herramienta
- Determinar el propósito, resultados deseados, y proceso sobre el rota folio
- Indicar las reglas de participación para la generación de la mayor cantidad de ideas
- Establecer la o las preguntas para iniciar la participación de todos los participantes
- Registrar todas las ideas en el rota folio tal como fueron expresadas

- Relajar al grupo y prestar la mayor atención posible, manejar al grupo con seguridad y orden
- Clarificar para entender en caso de que existan preguntas de los participantes.

Es una técnica que permite la libre expresión de las ideas de los participantes sin las restricciones o limitaciones con el propósito de producir el mayor número de datos, opiniones y soluciones sobre algún tema.

1. El instructor define el tema.
2. El instructor explica los propósitos y la mecánica que se va a utilizar.
3. Se nombra un secretario que anota las ideas que surjan del grupo.
4. Los participantes expresan libre y espontáneamente las ideas que se les van ocurriendo en relación con el tema.
5. Las ideas se analizan y se agrupan en conjuntos afines.
6. El grupo elabora una síntesis de las ideas expuestas y obtiene conclusiones, para fomentar el pensamiento creativo, para fomentar el juicio crítico expresado en un ambiente de libertad, para promover la búsqueda de soluciones distintas, para facilitar la participación de las personas con autonomía y originalidad, complemento de otras técnicas, como estudio de casos y lectura comentada.

Ejemplo: Lluvia de ideas del servicio de un restaurante que no abre a la hora

- La comida esta fría
- Los empleados no llegan temprano
- Los trastes no están bien lavados
- No hay buen servicio
- No tienen personal suficiente
- El tocador no esta en buenas condiciones

En esta lluvia de ideas se tomaron en cuenta 60 opiniones y las ideas anteriores fueron las que resumían a todas las ideas recopiladas.

Problemas	frecuencia	%
No abren a la hora	13	13%
La comida esta fría	10	23%
Los empleados no llegan a tiempo	9	32%
Los trastes no están bien lavados	11	43%
No hay buen servicio	4	47%
No tienen personal suficiente	8	55%
El tocador no esta en buenas condiciones	5	60%

Tabla 11 Lluvia de ideas de un restaurant

Y a partir de estos problemas se da una solución

### 2.3.2 Diagrama de causa y efecto

Es una de las técnicas más útiles para el análisis de las causas de un problema, se le suele llamar diagrama de pescado o diagrama de Ishikawa, se define por un diagrama que muestra la relación entre una característica de calidad y los factores. En este diagrama se presentan varios elementos (causas) de un sistema que puede contribuir a un problema (efecto). Es una herramienta muy efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

El diagrama es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Para la realización del diagrama, incorporaremos el concepto de las 7'M las cuales son:

- **Mano de obra:** Se refiere al empleo del ser humano para la elaboración del producto, así como sus necesidades y aptitudes dentro del campo laboral

- **Materia prima:** Son todos los insumos que se usan para la producción del producto o servicio
- **Maquinaria:** Toda aquella herramienta que utiliza el ser humano para facilitar la elaboración del producto o servicio
- **Mercado:** Es aquel en donde el producto se da conocer y donde entramos en el ámbito de competencia
- **Método:** La forma en que se deben de realizar todas las actividades de la empresa
- **Medio ambiente:** Es aquel de donde obtenemos la principal fuente de energía, ya sea solar, de material, aire, etc., independientemente que también se contempla como el lugar de trabajo en donde se desenvuelven los trabajadores
- **Medición:** Debe de hacer precisión en la forma de realizar, cortar, doblar, pegar, etc.

Así mismo las herramientas deben de estar bien calibradas para poder realizar Las tareas que se impongan al personal.

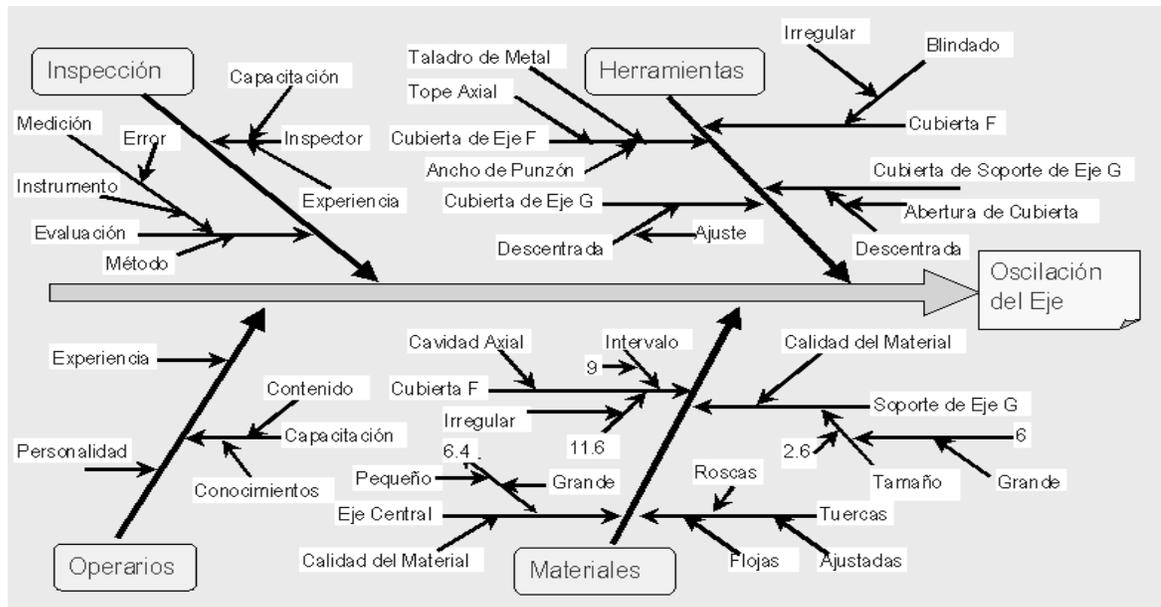


Figura 18 Diagrama de causa y efecto de oscilación del eje

### 2.3.3 Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido de actividades se efectúa sobre un plano donde se sitúan las máquinas a escala. En él se traza una línea que indique la secuencia que seguirá el producto. Este diagrama permite lograr una mejor distribución en planta al ahorrar distancias y, por tanto, tiempo. Con toda probabilidad pueden encontrarse posibilidades de mejorar una distribución de equipo en planta si se buscan sistemáticamente. Deberán disponerse las estaciones de trabajo y las máquinas de manera que permitan el procesado más eficiente de un producto con el mínimo de manipulación. No se haga cambio alguno en una distribución hasta hacer un estudio detallado de todos los factores que intervienen. El analista de métodos debe aprender a reconocer una distribución deficiente y presentar los hechos al ingeniero de fábrica o planta para su consideración.

Los programas de computadora pueden proporcionar rápidamente distribuciones que constituyen un buen principio en el desarrollo de la distribución recomendada. Para efectuar la distribución propuesta deben prepararse plantillas de dibujo de todas las máquinas o equipos. Las plantillas generalmente se hacen a escala 1/50 (o bien, de  $\frac{1}{4}$  de plg = 1 pie), a menos que el tamaño del proyecto

sea demasiado grande, en cuyo caso podría usarse una escala de 1/100 (o bien, 1/8 de plg = 1 pie). Si se tiene la distribución real puede hacerse una copia fotostática de ella y recortar todas las máquinas y equipos que configuran allí y emplearlos como plantillas de dos dimensiones. Desde luego, que el mismo analista puede dibujar sus propias plantillas en una cartulina resistente y luego recortarlas. Es evidente que el uso de este material es apropiado, especialmente si las mismas plantillas han de utilizarse repetidas veces.

Ejemplo: De una compra dentro de una tienda comercial

1. Entran a la tienda
2. Dejan las pertenencias en paquetería
3. Se dirige a buscar sus productos
4. Escogen los productos a comprar
5. Pasan a la caja a pagar
6. Salen de las cajas
7. Pasa a paquetería por sus pertenencias
8. Salen de la tienda

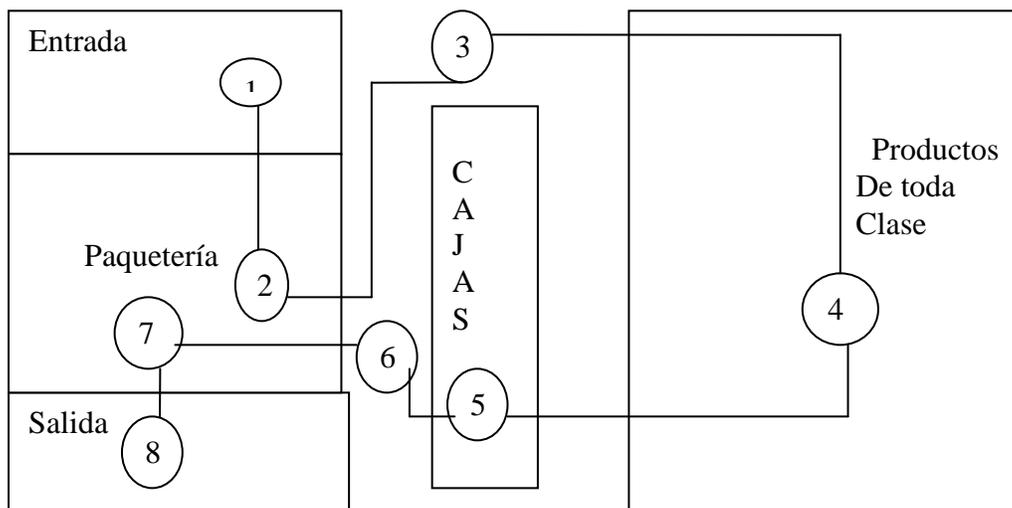


Figura 19 Diagrama de recorrido de una compra en una tienda

### 2.3.4 Diagrama de flujo

El diagrama de flujo, también denominado diagrama de procesos, es un modelo de un sistema que representa gráficamente las funciones que realiza el sistema y las relaciones entre las funciones, en este diagrama se deben de mostrar todos los pasos y secuencias del proceso. El diagrama de flujo de cualquier proceso dividirá el trabajo en etapas representando un todo en el proceso, todas las etapas representadas, operan siguiendo un orden a fin de conseguir un acuerdo para lograr la calidad óptima la cual dará la imagen principal al cliente. El diagrama debe ser pequeño, entendible, a cualquier persona, sencillo, claro y estético, componiéndose de cuatro partes esenciales

- siempre debe de hacer procesos, es decir siempre se debe de transformar un insumo para obtener un producto.
- Flujos, deben existir la menor cantidad de transportes
- Preferentemente, debe existir un almacén de entrada y un almacén de salida
- Una terminal, donde se termina el proceso

#### Principales operaciones

**Operación:** Se dice que hay una operación cuando se modifica de forma intencionada cualquiera de las características físicas o químicas de un objeto como taladrar, cortar, esmerilar, etc. También hay actividades que no modifican las características físicas o químicas de un objeto como escribir, colocar, sujetar, leer, etc. Su símbolo es ○

**Inspección:** Se dice que hay una inspección, cuando a un objeto que se le hace una operación y se inspecciona al mismo tiempo, ya sea para verificar sus dimensiones o comprobar algo como: pesar, medir, etc., utilizando una herramienta de ajuste o comprobación. Su símbolo es: □

**Traslado o transporte:** Se dice que hay un transporte cuando un objeto es llevado de un lugar a otro, salvo cuando el traslado es parte de la operación, o sea efectuado por los operarios en su lugar de trabajo, en el curso de una operación o inspección. Su símbolo es el siguiente: ⇒

**Demora:** Se dice que hay espera o demora con relación a un objeto cuando las condiciones (salvo las que modifiquen intencionalmente las características físicas o químicas del objeto) no permitan o requieran de la ejecución de la acción siguiente prevista. A la demora también se le denomina almacenamiento temporal. Su símbolo es el siguiente: 

**Almacenamiento:** Existe almacenamiento cuando un objeto es guardado y protegido contra el traslado no autorizado del mismo. Su símbolo es el siguiente: 

Ejemplo:

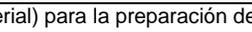
Diagrama de flujo del proceso (material) para la preparación de publicidad directa por correo				
diagrama de proceso de flujo	Resumen			
Ubicación: agencia de Dorben	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Actividad: preparación de publicidad por correo	Operación		4	
Fecha:26-01-1998	Transporte		4	
Operador: j. s.      Analista a.f.	Demora		4	
Marque el método y tipo apropiado	Inspección		0	
Método:    Actual X    propuesto	Almacenaje		2	
Tipo: Obrero   Material x   Maquina				
	Tiempo (min.)		340	
Comentarios	Distancia (pies)			
	Costo			
Descripción de la actividad	SIMBOLO	Tiempo distancia (min.)	Distancia (pies)	Método recomendado
Almacén	Apilar	Apilar	100	
al cuarto de compaginación				
compaginar por tipo				
compaginar cuatro hojas				
Apilar			20	
al cuarto de doblado				
Acomodar, doblar, plegar				
Apilar			20	
al cuarto de doblado				
Acomodar, doblar, plegar				
Apilar			20	
a la engrapadora de ángulo				
Engrapado				
Apilar				
al cuarto de correspondencia				
Etiquetar con dirección				
al correo				

Figura 20 Diagrama de flujo del proceso (material) para la preparación de publicidad directa por correo

## CAPITULO 3 APROXIMACIÓN LA NORMAL POR LA BINOMIAL

### 3.1 La Distribución Normal o campana de Gauss-Laplace.

La distribución normal fue reconocida por primera vez por el francés Abraham de Moivre (1667-1754). Posteriormente, Carl Friedrich Gauss (1777-1855) elaboró desarrollos más profundos y formuló la ecuación de la curva; de ahí que también se le conozca, más comúnmente, como la "campana de Gauss".

Esta distribución es frecuentemente utilizada en las aplicaciones estadísticas. Su propio nombre indica su extendida utilización, justificada por la frecuencia o normalidad con la que ciertos fenómenos tienden a parecerse en su comportamiento a esta distribución.

Muchas variables aleatorias continuas presentan una función de densidad cuya gráfica tiene forma de campana.

En otras ocasiones, al considerar distribuciones binomiales, tipo  $B(n,p)$ , para un mismo valor de  $p$  y valores de  $n$  cada vez mayores, se ve que sus polígonos de frecuencias se aproximan a una curva en "forma de campana".

En resumen, la importancia de la distribución normal se debe principalmente a que hay muchas variables asociadas a fenómenos naturales que siguen el modelo de la normal

- Caracteres morfológicos de individuos (personas, animales, plantas, etc.) de una especie, por ejemplo: tallas, pesos, envergaduras, diámetros, perímetros, etc.
- Caracteres fisiológicos, por ejemplo: efecto de una misma dosis de un fármaco, o de una misma cantidad de abono.
- Caracteres sociológicos, por ejemplo: consumo de cierto producto por un mismo grupo de individuos, puntuaciones de examen.

- Caracteres psicológicos, por ejemplo: cociente intelectual, grado de adaptación a un medio, etc.
- Errores cometidos al medir ciertas magnitudes.
- Valores estadísticos muestrales, por ejemplo: la media.
- Otras distribuciones como la binomial o la de Poisson son aproximaciones normales

Y en general cualquier característica que se obtenga como suma de muchos factores.

### 3.1.1 Función de densidad

Empleando cálculos bastante laboriosos, puede demostrarse que el modelo de la función de densidad que corresponde a tales distribuciones viene dado por la fórmula

#### Función de Densidad

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

$\mu$ media	$\pi = 3,1415\dots$
$\sigma$ desv. típica	$e = 2,7182\dots$
$\sigma^2$ varianza	$x$ abscisa

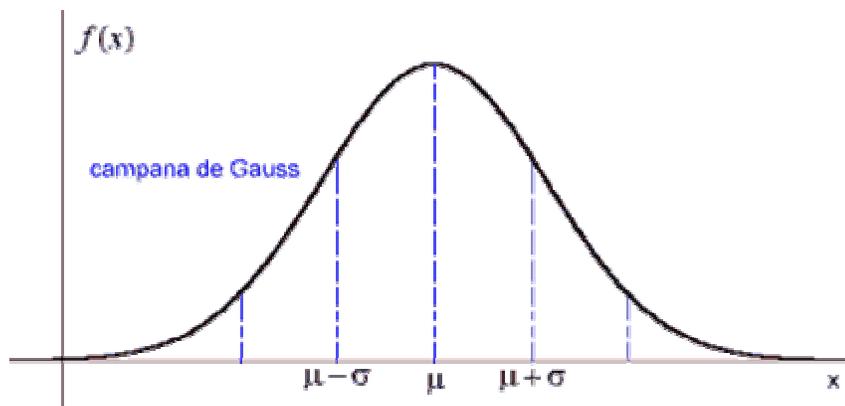


Figura 21 Representación gráfica de esta función de densidad

Dominio:  $Dom f = \mathbb{R}$

Máximo:  $\left(\mu, \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\right)$

P. inflexión: en  $x = \mu + \sigma$  y  $x = \mu - \sigma$

Asíntotas: el eje  $OX$  es una asíntota horizontal

Simetrías: respecto a la recta  $x = \mu$

Monotonía: creciente  $(-\infty, \mu)$ , decreciente  $(\mu, +\infty)$

Signo: es siempre positiva

P. Corte:  $OY \rightarrow \left(0, \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\mu^2}{2\sigma^2}}\right)$

La distribución normal queda definida por dos parámetros, su media y su desviación típica y la representamos así

$N(\mu, \sigma)$

Para cada valor de  $\mu$  y  $\sigma$  tendremos una función de densidad distinta, por tanto la expresión  $N(\mu, \sigma)$  representa una familia de distribuciones normales

### 3.1.2 Función de distribución

- Puede tomar cualquier valor  $(-\infty, +\infty)$
- Son más probables los valores cercanos a uno central que llamamos media  $\mu$
- Conforme nos separamos de ese valor  $\mu$ , la probabilidad va decreciendo de igual forma a derecha e izquierda (es simétrica).
- Conforme nos separamos de ese valor  $\mu$ , la probabilidad va decreciendo de forma más o menos rápida dependiendo de un parámetro  $\sigma$ , que es la desviación típica.

## Función de Distribución

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} dx$$

$$-\infty < x < +\infty$$

$$F(x) = P(X \leq x)$$

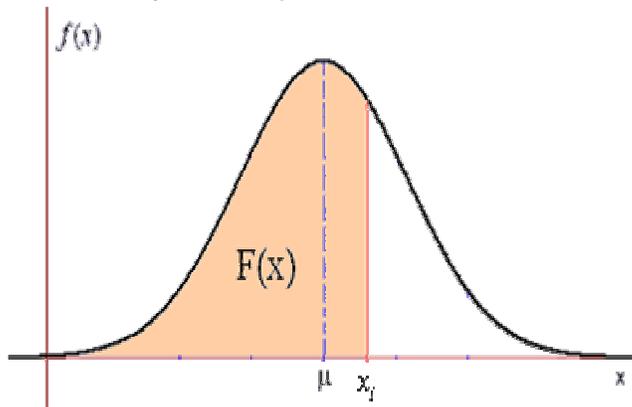


Figura 22  $F(x)$  es el área sombreada de esta gráfica

Si la variable  $X$  es  $N(\mu, \sigma)$  entonces la variable tipificada de  $X$  es  $Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$  y sigue también una distribución normal pero de  $\mu = 0$  y  $\sigma = 1$ , es decir,  $N(0, 1)$

### 3.1.3 Tipificación

Por tanto su función de densidad es

$$\varphi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} \quad ; \quad -\infty < z < +\infty$$

Y su función de distribución es

$$F(z) = P(Z \leq z) = \Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

Siendo la representación gráfica de esta función

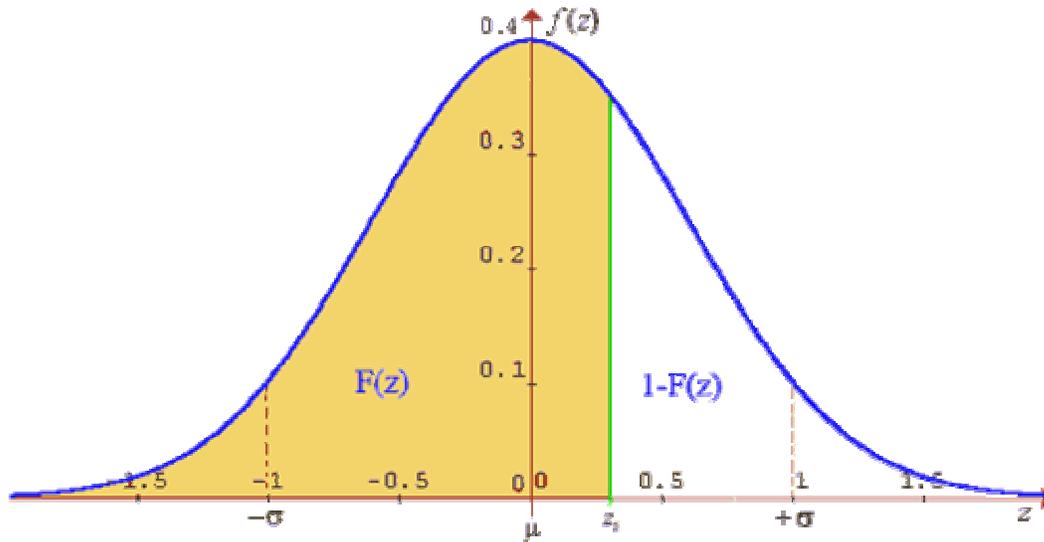


Figura 23 Representación gráfica de la función

A la variable  $Z$  se la denomina variable tipificada de  $X$ , y a la curva de su función de densidad curva normal tipificada.

### 3.1.4 Característica de la distribución normal tipificada (reducida, estándar)

- No depende de ningún parámetro
- Su media es 0, su varianza es 1 y su desviación típica es 1.
- La curva  $f(x)$  es simétrica respecto del eje  $OY$
- Tiene un máximo en este eje
- Tiene dos puntos de inflexión en  $z = 1$  y  $z = -1$

### 3.2 Distribución binomial

La distribución binomial es una distribución de probabilidades que surge al cumplirse cinco condiciones:

1. Existe una serie de  $N$  ensayos,

2. En cada ensayo hay sólo dos posibles resultados,
3. En cada ensayo, los dos resultados posibles son mutuamente excluyentes,
4. Los resultados de cada ensayo son independientes entre si, y
5. La probabilidad de cada resultado posible en cualquier ensayo es la misma de un ensayo a otro.

Cuando se cumple estas condiciones, la distribución binomial proporciona cada resultado posible de los N ensayos y la probabilidad de obtener cada uno de estos resultados.

Para este tipo de distribución de probabilidad, la función matemática es la siguiente:

$$P(X) = \frac{n!}{X!(n-X)!} p^X (1-p)^{n-X}$$

Donde: P(X) = probabilidad de X éxitos dados los parámetros n y p

n = tamaño de la muestra

p = probabilidad de éxito

1 – p = probabilidad de fracaso

X = número de éxitos en la muestra (X = 0, 1, 2,..... n)

El término  $p^X (1-p)^{n-X}$  indica la probabilidad de obtener X éxitos de n observaciones en una secuencia específica. En término  $\frac{n!}{X!(n-X)!}$  indica cuantas combinaciones de los X éxitos entre n observaciones son posibles.

Entonces dado el número de observaciones n y la probabilidad de éxito p, la probabilidad de X éxitos es:

$P(X) = (\text{número de de secuencia posibles}) \times (\text{probabilidad de un secuencia específica})$

Por eso que llegamos a la función matemática que representa la siguiente distribución.

### 3.2.1 Distribución de Bernoulli

Consiste en realizar un experimento aleatorio una sola vez y observar si cierto suceso ocurre o no, siendo  $p$  la probabilidad de que esto sea así (*éxito*) y  $q=1-p$  el que no lo sea (*fracaso*). En realidad no se trata más que de una variable *dicotómica*, es decir que únicamente puede tomar dos modalidades, es por ello que el hecho de llamar éxito o fracaso a los posibles resultados de las pruebas obedece más una tradición literaria o histórica, en el estudio de las variables aleatoria, que a la situación real que pueda derivarse del resultado. Podríamos por tanto definir este experimento mediante una variable aleatoria discreta  $X$  que toma los valores  $X=0$  si el suceso no ocurre, y  $X=1$  en caso contrario, y que se denota  $X \sim \text{Ber}(p)$

$$X \sim \text{Ber}(p) \iff X = \begin{cases} 0 & \rightarrow q = 1 - p = \mathcal{P}[X = 0] \\ 1 & \rightarrow p = \mathcal{P}[X = 1] \end{cases}$$

Un ejemplo típico de este tipo de variables aleatorias consiste en lanzar una moneda al aire y considerar la v.a.

$$X \equiv \text{número de caras obtenidas} = \begin{cases} 0 & \rightarrow q = \frac{1}{2} \\ 1 & \rightarrow p = \frac{1}{2} \end{cases}$$

Para una variable aleatoria de Bernoulli, tenemos que su función de probabilidad es:

$$f(x) = \begin{cases} q & \text{si } x = 0 \\ p & \text{si } x = 1 \\ 0 & \text{en cualquier otro caso;} \end{cases}$$

Y su función de distribución:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 0 \\ q & \text{si } 0 \leq x < 1 \\ 1 & \text{si } x \geq 1 \end{cases}$$

Un proceso de Bernoulli es una serie de  $n$  experimentos aleatorios que verifican:

- Cada experimento tiene dos resultados posibles, que se llaman éxito y fracaso.
- La probabilidad  $p$  de éxito es la misma en cada experimento, y esta probabilidad no se ve afectada por el conocimiento de los resultados anteriores. La probabilidad  $q$  de fracaso viene dada por  $q = 1 - p$ .

Ejemplos:

1. Una moneda lanzada al aire 15 veces. Los dos resultados posibles son cara y cruz. La probabilidad de cara en un lanzamiento es  $1/2$
2. Se pregunta a 200 alumnos de un Instituto de Enseñanza Secundaria si estudian Francés. Los dos resultados posibles son sí y no. Si se considera éxito la respuesta sí, la probabilidad  $p$  de éxito indica la proporción de estudiantes del Instituto que responden sí (estudian francés, pues suponemos que no mienten).
3. Tirar un dado de seis caras 10 veces y considerar que el resultado de una tirada, es que salga un número par o un número impar. Los resultados posibles en este caso son par e impar.

El espacio muestral, cada uno de los sucesos y la probabilidad de que ocurran, en un proceso de Bernoulli, aparecen muy nítidamente cuando se construye un árbol de probabilidades del proceso.

Si en un proceso de Bernoulli asignamos el valor 1 al éxito y 0 al fracaso y consideramos el valor  $S_j$ , suma de todos los valores de un resultado concreto (un camino) con  $j$  éxitos; la probabilidad que corresponde a cada valor de la variable  $S_j$  es:

$$p(S_j) = b(n, p, j) = \binom{n}{j} p^j \cdot q^{n-j}$$

Sea  $n$  un número entero positivo, y sea  $p$  un número real comprendido entre 0 y 1. Sea  $S_j$  la variable aleatoria que cuenta el número,  $j$ , de éxitos en un proceso de Bernoulli de  $n$  pruebas y probabilidad de éxito  $p$ . Entonces la distribución  $b(n, p, j)$  de  $S_j$  se dice que es una distribución binomial

### 3.2.2 Parámetros de una distribución binomial

**Media o esperanza matemática**

$$\mu = n \cdot p$$

**Varianza**

$$V = n \cdot p \cdot q$$

**Desviación típica**

$$\sigma = \sqrt{V}$$

Una distribución binomial de la probabilidad de observar  $r$  eventos (soles) de  $n$  muestras independientes con dos posibles resultados (tirar monedas).

El valor esperado es:  $E\{x\} = np$

La varianza es:  $Var(x) = np(1 - p)$

La desviación estándar es:  $\sigma_x = \sqrt{np(1 - p)}$

Si  $n$  es grande, se aproxima a una distribución Normal

Distribución Normal o Gaussiana:

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

El valor esperado es:  $E\{x\} = \mu$

La varianza es:  $Var(x) = \sigma^2$

La desviación estándar es:  $\sigma_x = \sigma$

El Teorema Central del Límite dice que la suma de un número grande de variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas sigue una distribución Normal.

### 3.3 Aproximación de la Binomial por la Normal (Teorema de *De Moivre*):

Demostó que bajo determinadas condiciones (para  $n$  grande y tanto  $p$  como  $q$  no estén próximos a cero) la distribución Binomial  $B(n, p)$  se puede aproximar mediante una distribución normal

$$N(np, \sqrt{npq})$$

y, por tanto, la variable

$$Z = \frac{X - np}{\sqrt{npq}} \text{ es } N(0,1) \rightarrow \text{Teorema de De Moivre}$$

Debemos tener en cuenta que cuanto mayor sea el valor de  $n$ , y cuanto más próximo sea  $p$  a 0.5, tanto mejor será la aproximación realizada. Es decir, basta con que se verifique

**$np \geq 5$  y  $nq \geq 5$** 

Gracias a esta aproximación es fácil hallar probabilidades binomiales, que para valores grandes de  $n$  resulten muy laboriosos de calcular.

Hay que tener en cuenta que para realizar correctamente esta transformación de una variable discreta (binomial) en una variable continua (normal) es necesario hacer una corrección de continuidad.

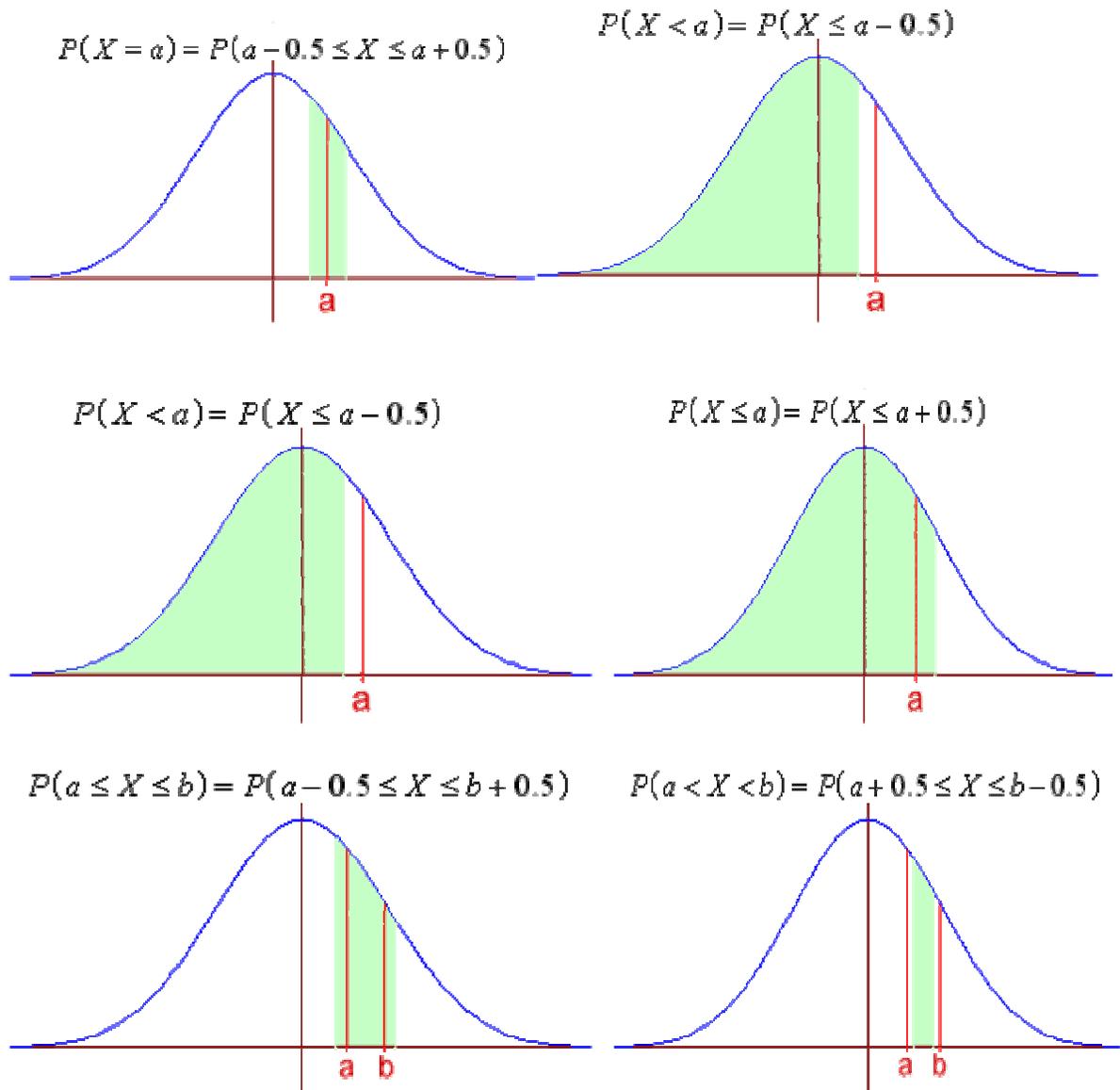


Figura 24 Gráficas de la normal

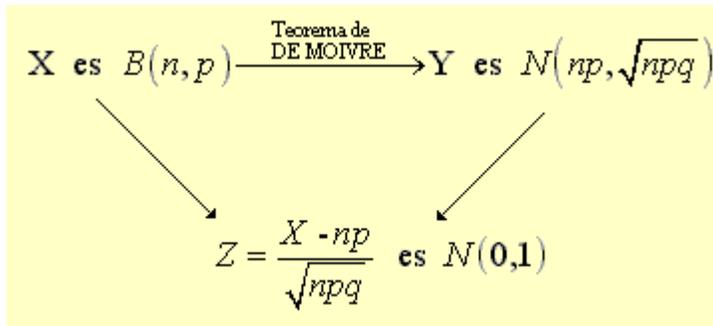


Figura 25 Teorema de Moivre

Vamos a representar en un sistema de referencia distribuciones binomiales para distintos valores de  $n$  y  $p=0,3$ .

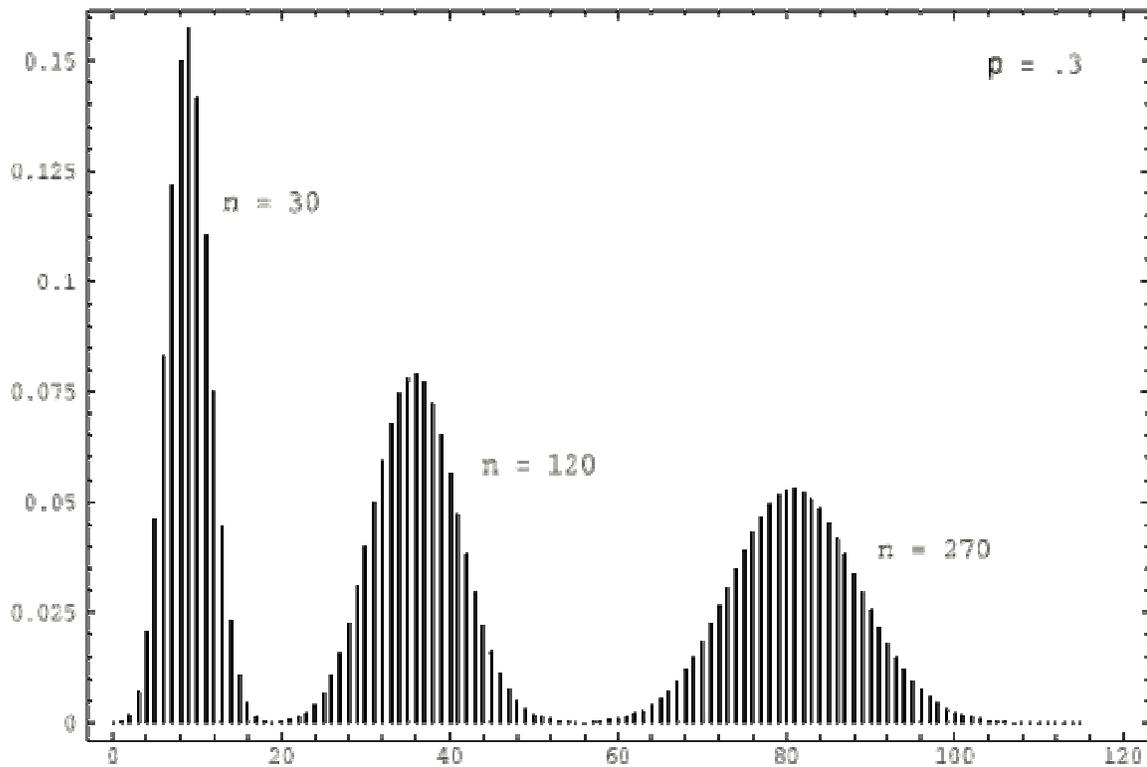


Figura 26 Distribuciones binomiales para valores distintos 1

Queremos aproximar estas distribuciones a una distribución normal estándar :

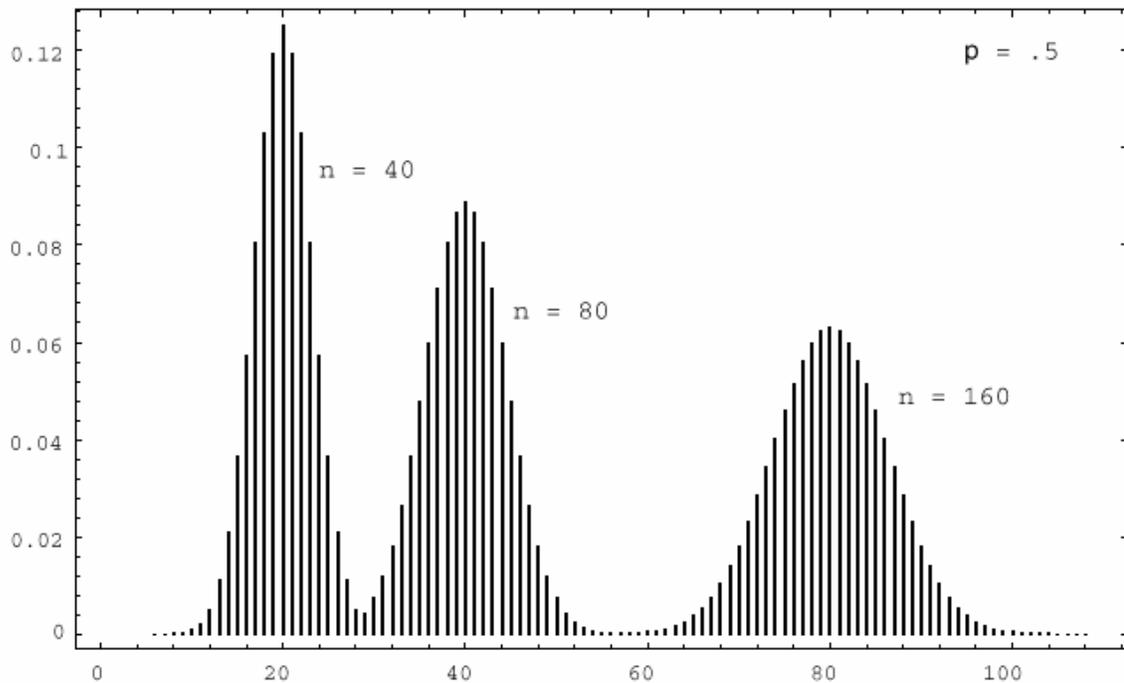


Figura 27 Distribuciones binomiales para valores distintos 2

Se puede apreciar en los gráficos anteriores como a medida que aumenta  $n$  mejora el parecido de las gráficas de barras de las distribuciones binomiales (discretas) a la gráfica de la distribución normal estándar (continua), pero con el inconveniente de que se produce un desplazamiento hacia la derecha de la distribución binomial a medida que aumenta  $n$ .

Este inconveniente se evita, corrigiendo la variable aleatoria,  $S_j$ , restando la media (para corregir el desplazamiento) y dividiendo por la desviación típica (para ajustar la dispersión):

$$x_j = \frac{S_j - np}{\sqrt{npq}}$$

A la nueva variable,  $x_j$  le asignamos  $b(n,p,j)$ . La representación, para el caso,  $n = 270$  y  $p=0,3$ , del diagrama de barras de la binomial corregida y de la función de densidad de la distribución normal estándar es :

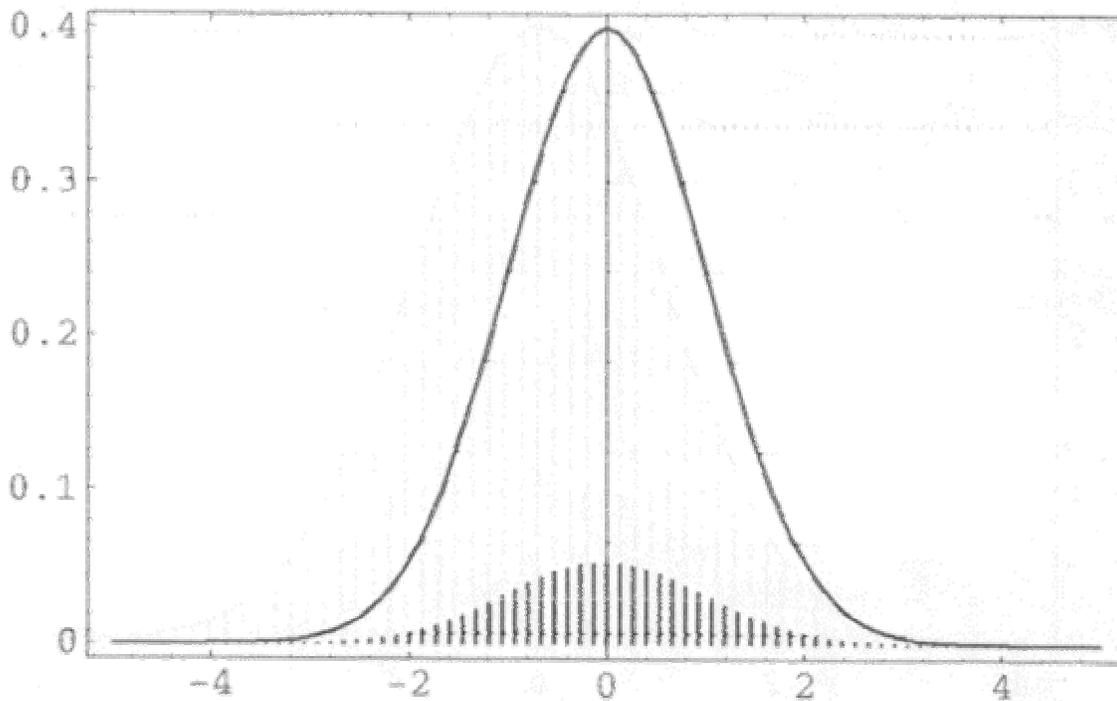


Figura 28 Representación de la binomial corregida y de la normal estándar

Cuando  $n$  aumenta, la longitud de las barras disminuye, cosa lógica, porque la suma de las longitudes de todas las barras es 1 (función de probabilidad definida sobre una variable aleatoria discreta); mientras que el área bajo la función de densidad (definida sobre una variable aleatoria continua) de la distribución normal estándar, también es 1.

Para ajustar ambas funciones, tendríamos que conseguir que la suma de las áreas de los rectángulos que forman el diagrama de barras fuera 1. Como la distancia entre las barras es constante y la suma de las alturas de todas las barras es 1, el área bajo los rectángulos del diagrama de barras es igual a la distancia entre barras consecutivas.

La distancia entre barras consecutivas es:

$$\frac{x_i - x_0}{n} = \frac{\frac{n-np}{\sqrt{npq}} - \frac{0-np}{\sqrt{npq}}}{n} = \frac{n}{n\sqrt{npq}} = \frac{1}{\sqrt{npq}}$$

Por tanto, para que la suma de las áreas de los rectángulos entre barras consecutivas sea 1, es suficiente multiplicar por la inversa de la distancia entre barras consecutivas; es decir, a cada  $x_j$ , le asignamos:

$$x_j \rightarrow \sqrt{npq} \cdot b(n, p, j)$$

Si la representamos para el caso  $n=270$  y  $p=0,3$ , junto con la función de densidad de la distribución normal estándar, tenemos:

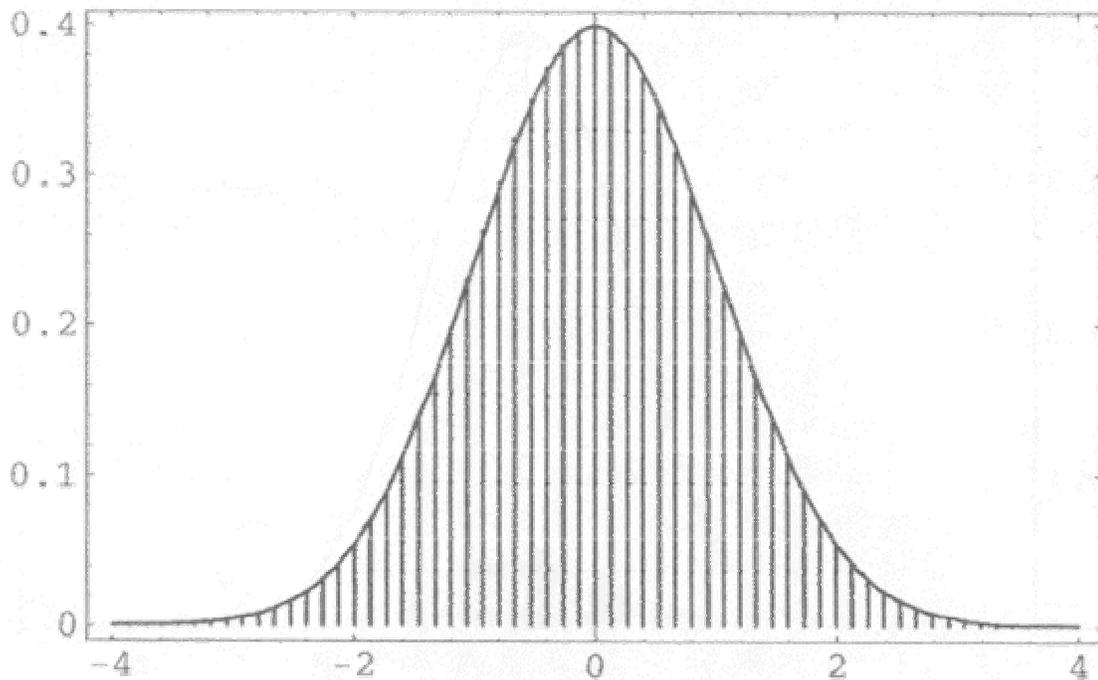


Figura 29 Representación para caso  $n=270$  y  $p=0,3$

Como se puede apreciar en la gráfica se ajustan bien ambas funciones. En resumen:

Una distribución binomial  $B(n,p)$  se puede aproximar por una distribución normal, siempre que  $n$  sea grande y  $p$  no esté muy próxima a 0 o a 1. La aproximación consiste en utilizar una distribución normal con la misma media y desviación típica que la distribución binomial. En la práctica se utiliza la aproximación cuando:  $n \geq 30$  ;  $np \geq 5$  y  $nq \geq 5$

En cuyo caso:  $X = B(n, p) \approx N(\mu = np, \sigma = \sqrt{npq})$

Y tipificando se obtiene la normal estándar correspondiente:

$$t = \frac{X - np}{\sqrt{npq}} \approx N(0,1)$$

### 3.4 Relación entre gráficas de control y las distribuciones

Las gráficas del control son distribuciones normales con una dimensión agregada del tiempo.

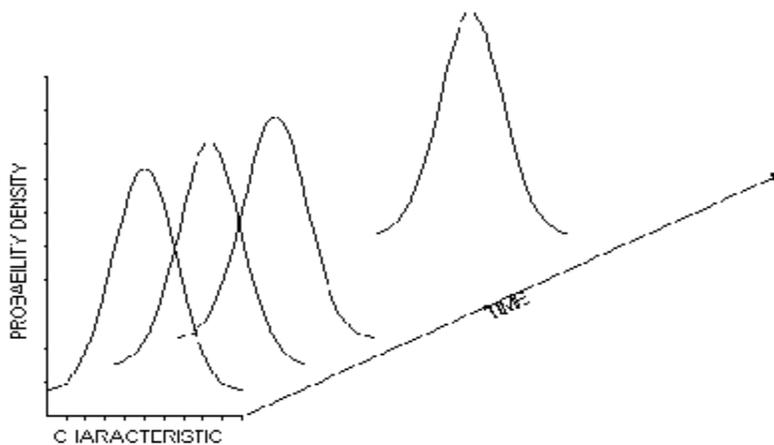


Figura 30 Gráfica de control

Las gráficas del control son cartas de funcionamiento con distribuciones normales sobrepuestas y hay de dos tipos las gráficas de control para variables y para atributos, cuando se usan las de variables se utiliza la distribución normal y cuando se usa la gráfica de control para atributos que viene siendo la gráfica  $p$  ó  $np$  se utiliza la distribución binomial.

## CAPÍTULO 4 APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA LA MEJORA CONTINUA DE LA CALIDAD EN UNA EMBOTELLADORA

### 4.1 Análisis de la falta de calidad en el servicio empleando herramientas para datos cualitativos

La falta de calidad en el servicio por la empresa se presenta por:

Letras	Causas
A	Robo o secuestro de camión
B	Robo de mercancía y materiales de trabajo se produce cuando los empleados están repartiendo el producto en tiendas, el chofer se baja a cobrar, el camión se queda solo y roban los refrescos y agua embotellada, carretillas o diablos, guantes, blocks de notas, llantas, refacciones, etc.
C	Robo de cambio (monedas de 0.50 centavos, \$1, \$2, \$5, y \$10 y algunos billetes)
D	Accidentes automovilísticos (choques)
E	Infracciones de transito dentro de la zona
F	Variación en ventas (En temporada de frio las ventas bajan y de calor las ventas suben )
G	Accidentes como golpes, fracturas ,cortadas, machucones
H	Accidente por no acomodar la carga
I	Falta de personal para cubrir todos los camiones repartidores
J	Robos en reparto o a camión repartidor: se llama así a la intervención de personal ajeno a la empresa, durante el proceso de reparto, lo cual ocasiona pérdidas tanto de mercancía como efectivo (asaltos)
K	Robos de pertenencias personales: es la pérdida de objetos personales entre los trabajadores como pueden ser suéteres, uniformes, despensas, dinero, pares de zapatos, etc.
L	Accidente por mal tiempo como atascamiento de camiones

Tabla 12 Causas que producen falta de calidad en el servicio

### 4.2 Herramientas para datos cualitativos

#### 4.2.1 Lluvia de ideas

Se registrarón las siguientes ideas en el rotafolio, con el personal de la empresa

¿Cuáles son los principales problemas que se presentan al desempeñar su trabajo ya sea dentro y fuera de la empresa?

Esto fue lo que contestaron a:

- robos de mercancía

- robo de materiales de trabajo
- robo de carretillas
- robo a camión repartidor
- accidentes
- golpes
- fracturas
- cortadas
- caídas
- machucones
- robo de guantes
- robo de block de notas
- robo de pertenencias
- robo de pares de zapatos
- robo de chamarras
- robo de despensas
- robo de refacciones
- robo de llantas
- secuestro de camiones
- robo de cambio
- robo por personal a la empresa
- accidentes
- choques
- personal faltista
- golpes viales
- pérdidas de cambio
- trabajadores que devuelven mal el cambio
- falta de cambio
- robo en reparto
- golpes a carros particulares
- accidentes automovilísticos

- accidentes por mal tiempo
- camiones atascados en el lodo
- camiones que se patinan
- atropellamientos
- golpes por rateros
- machucones
- cortaduras por envase roto
- golpes con cajas
- fracturas de piernas
- fractura de cuello
- fractura de brazos
- accidente por ir a altas velocidades
- problemas entre el personal
- robo a camión repartidor
- secuestro de mercancía
- robo de carga
- pérdidas por disminución de ventas
- pérdidas por temporada
- personal que deja el trabajo
- personal que no se presenta a trabajar
- pérdidas por no acomodar y amarrar bien la carga
- pérdidas por caídas de mercancía
- aplastamiento de mercancía
- pérdida de clientes
- falta de refrescos de todos los sabores
- clientes que se les fia y no pagan
- inseguridad en las calles
- calles sin alumbrado
- calles feas
- asaltantes

- clientes que no pagan
- drogadictos
- infracciones
- accidentes por mal tiempo
- falta de producto de todos los sabores
- falta de personal
- problemas entre el personal
- robos en reparto
- camiones robados
- gente que no alcanza a cubrir todos los camiones

#### 4.2.2 Diagrama de causa y efecto de las pérdidas por accidentes en la empresa

Las causas que ocasionan pérdidas en la empresa son: las letras D,E,H,J,L,LL de la tabla 12

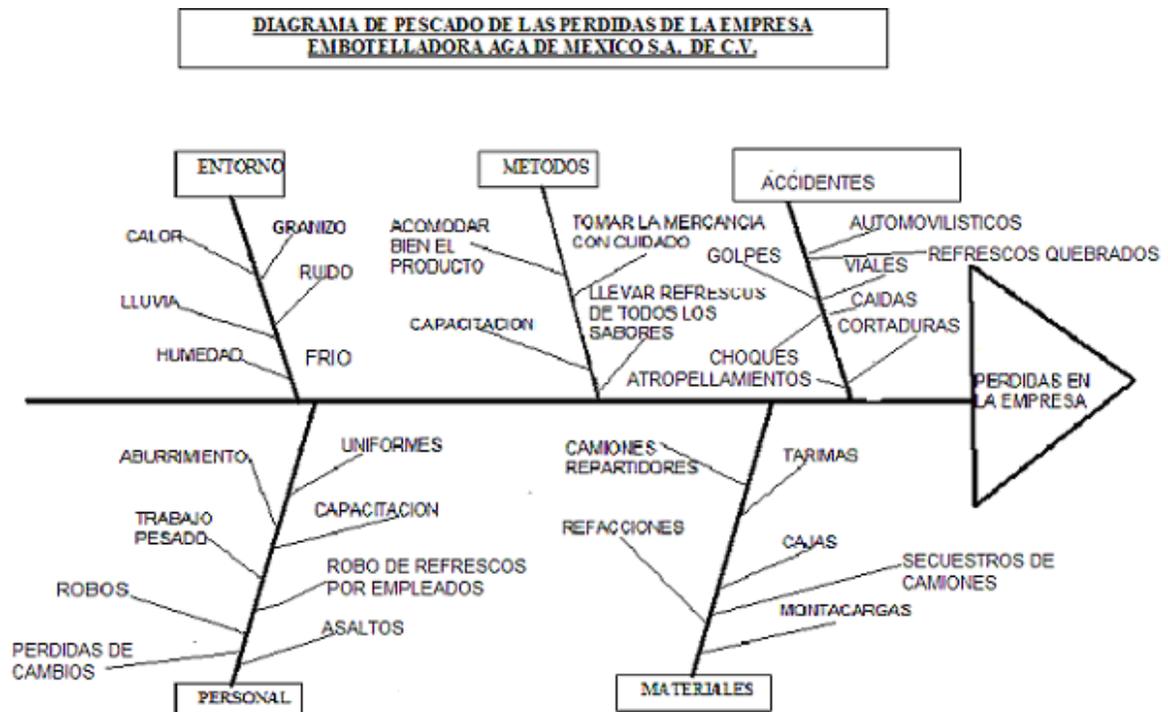


Figura 31 Diagrama de pescado de las pérdidas por accidentes en la empresa

### 4.2.3 Diagrama de causa y efecto de los robos en la empresa

Las causas que ocasionan los robos en la empresa son: las letras A,B,C,G,J,K de la tabla12

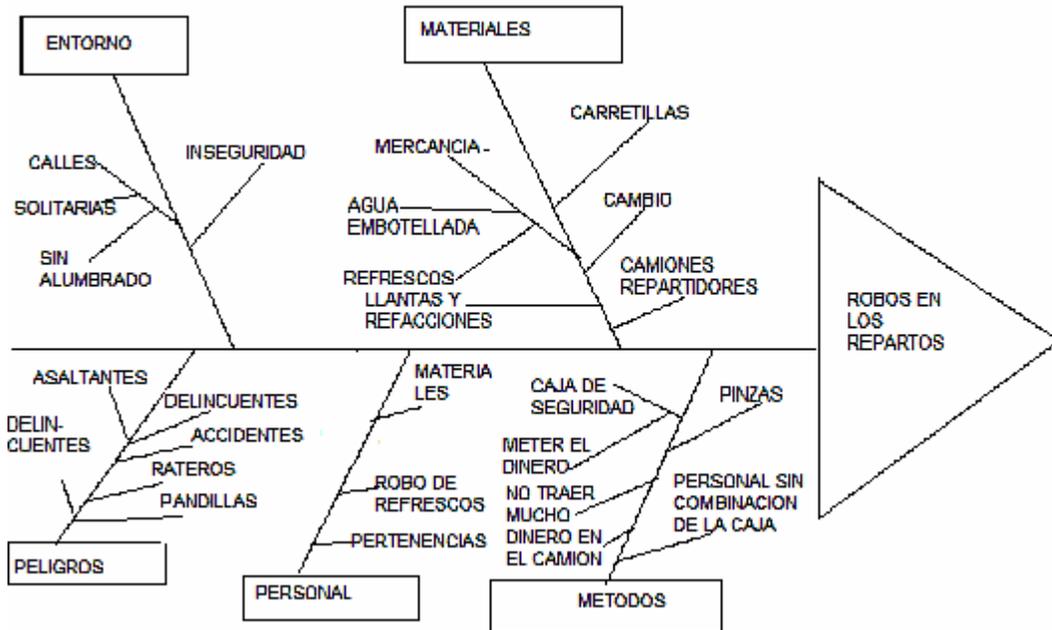


Figura 32 Diagrama de pescado de los robos en reparto

### 4.2.4 Diagrama de recorrido

Este diagrama indica el recorrido que realizan los trabajadores en un día completo de trabajo, desde que ingresan a la bodega, sacan su camión repartidor y salen a la calle a entregar sus preventas, a vender su mercancía, regresan a la empresa, entregan el dinero de lo que se vendió se cuentan las cajas regresadas y se termina el día de trabajo.

El diagrama es el siguiente:

1	Los empleados checan su tarjeta
2	Los empleados se dirigen a la oficina del supervisor para que les tome lista
3	Los choferes y ayudantes se dirigen a sus camiones
4	Llevan su camión hacia la salida
5	Los obreros salen a entregar sus preventas a la calle a vender
6	Los obreros llegan a la bodega y se forman afuera de ella para esperar su turno de entrada, entran a la bodega y el supervisor le cuenta lo que regresa a la bodega y le da un papel con el monto que debe de pagar en las cajas
7	El chofer va con el gerente de ventas para que le entregue la preventa de mañana o lo que se le llama avión de carga para que le carguen el camión
8	El chofer lleva su carro al almacén para que le carguen el carro con la mercancía de la presenta
9	El chofer lleva su camión a la planta de gas para que le llenen el tanque del camión
10	El chofer estaciona y acomoda su carro para el día de mañana
11	El chofer, ayudantes se dirigen a la caja de liquidación a contar el dinero y depositar el monto que el supervisor le indico
12	El chofer y ayudantes se dirigen a los baños para bañarse
13	Los obreros se dirigen a la salida para que los policías los revisen y poder salir
14	Los obreros salen de la bodega

Tabla 13 Diagrama de recorrido

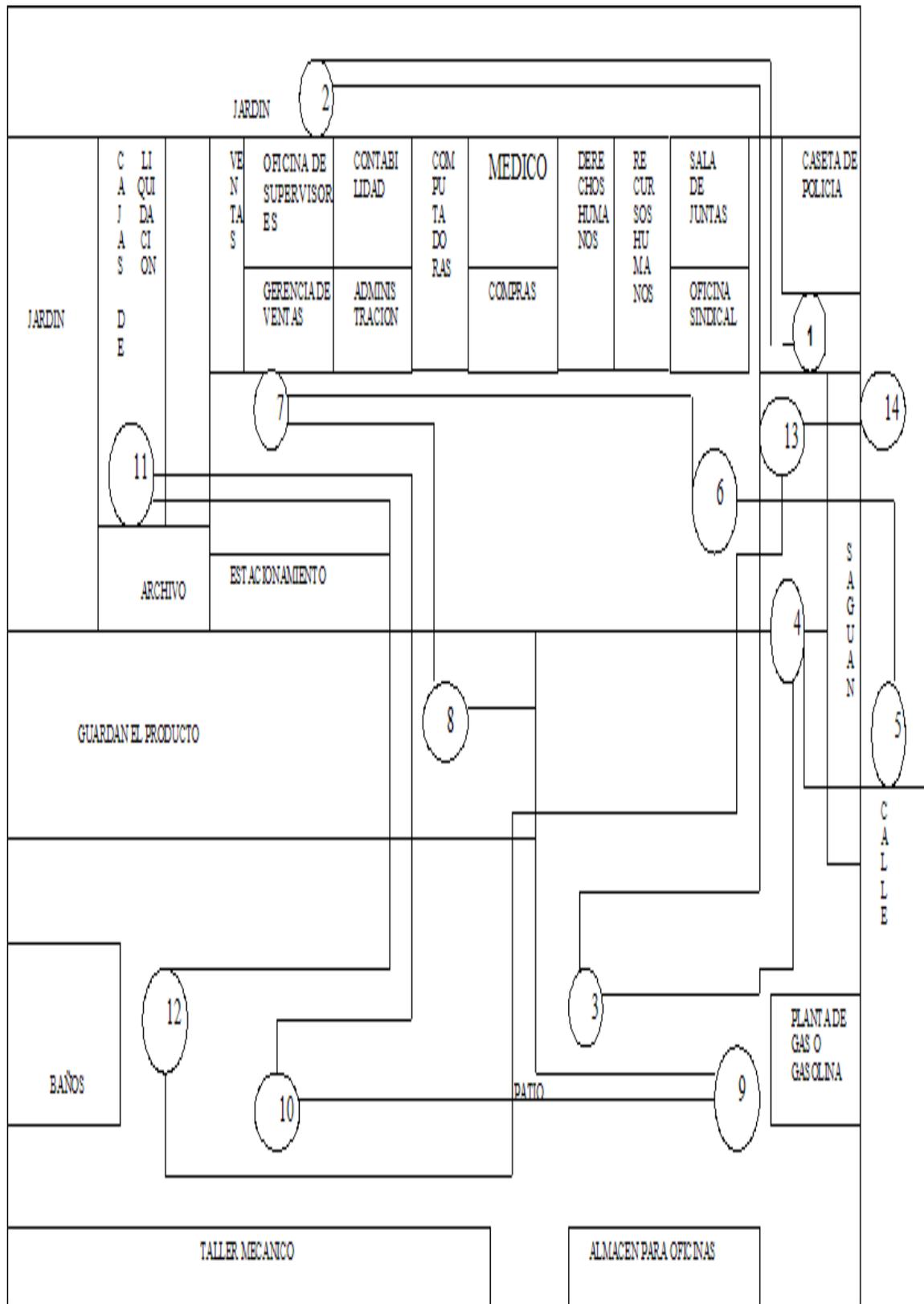


Figura 33 Diagrama de recorrido en la empresa

### 4.2.5 Zona de reparto



Figura 34 Diagrama de recorrido de la zona de reparto

### 4.2.6 Diagrama de flujo de la preventa

Este diagrama representa el proceso que llevan a cabo los prevendedores para concretar una venta y se toma en cuenta para mejorar el servicio

Ubicación: EMPRESA EMBOTELLADORA		Resumen		
Actividad: PROCESO DE UNA PREVENTA	Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha: 29/04/04	Operación	9		
Operador: EMPRESA EN GENERAL	Transporte	4		
Marque el metodo y tipo apropiado	Demora	2		
Metodo: Actual propuesto	Inspección	0		
	Almacenaje	0		
Tipo: Obrero Material Maquina				
Comentarios:	Tiempo (min.)	65		
	Distancia (metros)	3.5		
	Costo			
Descripcion de la actividad	Símbolo	Tiempo (min)	Distancia metros	Metodo Recomendado
ENTRAN A TRABAJAR	● → D □ V			
CHECAN SU TARJETA	● → D □ V	3	0.5	
Y A LOS PREVENDEDORES LES DA SU ZONA	○ → ● □ V	10		
LOS PREVENDEDORES SE DIRIGEN A SU MOTO O BICICLETA	○ → D □ V	2	3	
LOS PREVENDEDORES SALEN DE LA BODEGA	● → D □ V			
LLEGAN A UNA TIENDA	● → D □ V			
OFRECEN EL PRODUCTO	○ → ● □ V	20		
SI HAY PEDIDO LO TOMAN	● → D □ V			
SI NO HAY PEDIDO SIGUEN RECORRIENO SU ZONA	○ → D □ V			
SI HAY PEDIDO LO APUNTAN EN SU MAQUINITA Y EN UNA LIBRETA	● → D □ V			
SE RECOGE LA PREVENTA	● → D □ V	10		
DESPUES DE JUNTAR CIERTA CANTIDAD DE PEDIDO REGRESAN A LA BODEGA	○ → D □ V			
LLEGAN A LA BODEGA	● → D □ V			
ENTREGAN SU PREVENTA A LAS CAPTURISTAS	● → D □ V	20		
LOS PREVENDEDORES SE DIRIGEN A SU CASA	○ → D □ V			
LOS PREVENDEDORES SE DIRIGEN A SU MOTO O BICICLETA	○ → D □ V	2	3	
LOS PREVENDEDORES SALEN DE LA BODEGA	● → D □ V			
LLEGAN A UNA TIENDA	● → D □ V			
OFRECEN EL PRODUCTO	○ → ● □ V	20		
SI HAY PEDIDO LO TOMAN	● → D □ V			
SI NO HAY PEDIDO SIGUEN RECORRIENO SU ZONA	○ → D □ V			
SI HAY PEDIDO LO APUNTAN EN SU MAQUINITA Y EN UNA LIBRETA	● → D □ V			
SE RECOGE LA PREVENTA	● → D □ V	10		
DESPUES DE JUNTAR CIERTA CANTIDAD DE PEDIDO REGRESAN A LA BODEGA	○ → D □ V			
LLEGAN A LA BODEGA	● → D □ V			
ENTREGAN SU PREVENTA A LAS CAPTURISTAS	● → D □ V	20		
LOS PREVENDEDORES SE DIRIGEN A SU CASA	○ → D □ V			

Figura 35 Diagrama de flujo de la preventa

### 4.2.7 Diagrama de flujo de reparto y venta del producto

En este diagrama muestra el proceso desde que el trabajador entra a la empresa, vende el producto y se retira a descansar a su casa, se va describiendo paso por paso para conocer lo que un empleado de esta empresa realiza en todo un día de trabajo. Es lo que nos da calidad del servicio.

DIAGRAMA DE PROCESO DE REPARTO VENTA DEL PRODUCTO			HOJA : 1 DE 1			
Ubicación:EMPRESA EMBOTELLADORA			Resumen			
Actividad: PROCESO DE REPARTO Y VENTA DEL PRODUCTO			Actividad	Actual	Propuesto	Ahorros
Fecha:29/04/04			Operación			
Operador: EMPRESA EN GENERAL			Transporte			
Marque el metodo y tipo apropiado			Demora			
Metodo: Actual propuesto			Inspección			
			Almacenaje			
Tipo: Obrero Material Maquina						
Comentarios:			Tiempo (min.)	233		
			Distancia (metros)	90		
			Costo			
Descripcion de la actividad			Símbolo	Tiempo (min)	Distancia metros	Metodo Recomendado
ENTRAN A TRABAJAR			● → D □ ▽			
CHECAN SU TARJETA			● → D □ ▽		0.5	
PASAN A TOMAR LISTA CON EL SUPERVISOR			○ → D □ ▽		1.5	
EL SUPERVISOR LES DA LA PREVENTA AL CHOFER DEL CARRO			● → D □ ▽	5		
SE DIRIGEN A SU CAMION LOS CHOFERES Y AYUDANTES			○ → D □ ▽	3	10	
SACAN EL CAMION DE LA BODEGA PARA COMENZAR A TRABAJAR			○ → D □ ▽	10	10	
LLEGAN A UNA TIENDA			● → D □ ▽			
EL CHOFER SE BAJA PRIMERO Y LO SIGUEN LOS AYUDANTES			○ → D □ ▽			
ENTREGAN LA PREVENTA			● → D □ ▽	5		
MIENTRAS LOS AYUDANTES BAJAN LA PREVENTA			○ → D □ ▽			
EL CHOFER ACOMODA EL PRODUCTO EN LA TIENDA A LA VISTA DE LOS CLIENTES			● → D □ ▽	3		
EL CHOFER COBRA			● → D □ ▽	2		
SE DIRIGEN A SU CAMION EL CHOFER Y LOS AYUDANTES			○ → D □ ▽			
EN LA CALLE EL CHOFER Y SUS AYUDANTES DESAYUNAN			● → D □ ▽	60		
EL CHOFER Y AYUDANTES REANUDAN SU TRABAJO			● → D □ ▽			
SIGUEN REPARTIENDO SUS PEDIDOS			● → D □ ▽			
EN LA TARDE SE TOMAN UN TIEMPO PARA COMER			● → D □ ▽	60		
TERMINAN DE REPARTIR SUS PEDIDOS			● → D □ ▽			
EL CAMION REGRESA A LA BODEGA			○ → D □ ▽			
EL CAMION SE FORMA AFUERA DE LA BODEGA			○ → D □ ▽	20		
EL CAMION ESPERA A QUE LE DEN LA ENTRADA			○ → D □ ▽			
EL CAMION ENTRA A LA BODEGA			○ → D □ ▽		20	
UN SUPERVISOR LE CUENTA E INSPECCIONA LA MERCANCIA SOBRIANTE			○ → D □ ▽	10		
Y LE DA UN TICKET PARA PASAR A LA CAJA DE LIQUIDACION			● → D □ ▽			
EL CHOFER PASA CON EL GERENTE DE VENTAS			○ → D □ ▽	10	3	
EL GERENTE DE VENTAS LE DA UN PAPEL CON EL AVION DE CARGA PARA EL SIGUIENTE DIA			● → D □ ▽			
EL CHOFER PASA AL ALMACEN CON EL AVION DE CARGA PARA QUE LE CARGEN EL CAMION			● → D □ ▽	15	15	
EL CHOFER LLEVA EL CAMION CARGADO A QUE LO CARGEN DE GAS O GASOLINA			○ → D □ ▽	10		
YA CON GASOLINA SE ACOMODA EN SU LUGAR PARA EL SIGUIENTE DIA			● → D □ ▽			
EL CHOFER PASA A QUE LE ABRA LA CAJA DE SEGURIDAD			● → D □ ▽			
EL CHOFER Y AYUDANTES SE DIRIGEN A LA CAJA DE LIQUIDACION			○ → D □ ▽		20	
LIQUIDAN LA VENTA DEL DIA			● → D □ ▽	20		
EL CHOFER Y AYUDANTES SE DIRIGEN A BAÑAR			○ → D □ ▽		10	
EL CHOFER Y AYUDANTES SE DIRIGEN A QUE LOS REVISEN			○ → D □ ▽			
EL CHOFER Y AYUDANTES SALEN DE LA BODEGA			● → D □ ▽			

Figura 36 Diagrama de flujo de reparto y venta del producto

## 4.3 Herramientas para datos cuantitativos

### 4.3.1 Hoja de recolección

La hoja de recolección de datos contiene información sobre robos y accidentes que se han presentado en la empresa en el periodo de tiempo de noviembre del 2003 a marzo del 2004. Y los datos que se recolectan son los siguientes:

- Sucursal
- Fecha del incidente
- Número económico del chofer
- Número de la zona
- Nombre del chofer del camión (donde se presentó el incidente)
- El cargo al trabajador (es el monto que el trabajador debe de pagar).
- Cargo a la empresa
- El número de robos o accidentes (que ocurrieron en esa fecha)
- observación (las letras se refieren a las causas del cuadro 4.1 y en algunas de las hojas tienen el número de las actas que se levantaron por robos o accidentes, modelos de transportes si fue un accidente)

### 4.3.2 Hoja de recolección de robos

HOJA DE RECOLECCION DE :CONTROL DE ROBOS							HOJA No. 1	
EMPRESA: EMBOTELLADORA								
SUCURSAL No. 17 ERMITA								
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2003 - MARZO DEL 2004								
INSPECTOR: MARIA ESTHER OLIVA SANCHEZ								
NOVIEMBRE								
sucursal	fecha	No. Eco de camión	No. De zona	Nombre	Cargo a Trabajador	Cargo a la empresa	No. De robo	observaciones
ERMITA	18/12/03	385	593	OSCAR YAÑEZ	0	31850	5	J
ERMITA	27/12/03	321	645	FLORENCIO BAUTISTA	0	15100	3	B
ERMITA	13/12/03	546	123	JOSE MIGUELO	0	12000	4	J
GUADIANA	8/12/03	122	509	HORACIO HIGUERA	0	8000	2	C
GUADIANA	7/12/03	111	204	IGNACIO COLOMBO	0	12000	4	C
GUADIANA	13/12/03	444	101	JERMAN SUAREZ	0	3000	2	C
TEXCOCO	12/12/03	337	707	BARTOLO MEDINA	0	39800	3	J
GUADIANA	13/12/03	337	707	BARTOLO MEDINA	0	2800	3	C
TEXCOCO	12/12/03	337	707	BARTOLO MEDINA	0	4600	1	C
TEXCOCO	26/12/03	555	975	SANTIAGO MENDEZ	0	1500	2	C
IXTAPALUCA	18/12/03	385	593	OSCAR YAÑEZ	0	31850	2	J
IXTAPALUCA	27/12/03	321	645	FLORENCIO BAUTISTA	0	15100	1	J

Tabla 14 Hoja 1 de recolección de robos

HOJA DE RECOLECCION DE :CONTROL DE ROBOS	HOJA No. 2
EMPRESA: EMBOTELLADORA	
SUCURSAL No. 17 ERMITA	
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2003 - MARZO DEL 2004	
INSPECTOR: MARIA ESTHER OLIVA SANCHEZ	

**NOVIEMBRE**

sucursal	fecha	No. Eco de camión	No. De zona	Nombre	Cargo a Trabajador	Cargo a la empresa	No. De robo	observaciones
IXTAPALUCA	13/12/03	546	123	JOSE QUIROGA	0	12000	4	J

**ENERO**

ERMITA	20/01/04	558	560	BENIGNO SANCHEZ	0	75300	1	IZP5T/153/04 B
ERMITA	30/01/04	110	561	ENRIQUE MENDOZA	0	20100	1	IZP5T/213/04 J
GUADIANA	13/01/04	382	387	PEDRO MARTINEZ		380	1	GMEZ/1/19/04 C
TEXCOCO	13/01/04	765	543	JORGE MARTINEZ		2000	1	C
IZTAPALUCA	9/10/04	434	693	SAMUEL BELMON		450	1	IR/III/101/04 C

**FEBRERO**

ERMITA	18/02/04	385	593	OSCAR YAÑEZ		3185	1	J
ERMITA	27/02/04	321	645	FLORENCIO BAUTISTA		15100	1	J
GUADIANA	3/ 02/04	356	876	JORGE HERRERA		123000	3	A
TEXCOCO	7/ 02/04	124	987	MAURICIO CADENA		45000	5	A
IXTAPALUCA	23/02/04	345	563	JUAN HERNANDEZ		145000	8	J
IXTAPALUCA	12/11/04	337	707	BARTOLO MEDINA		398000	5	J

**MARZO**

ERMITA	1/03/04		564	MARIO CASTELLANOS		6000	1	IZPQI3/512/04 J
ERMITA	12/03/04		672	MARCOS BARCENAS		166	1	IZPQT/627/04 C I
GUADIANA	13/03/04		2007	JESUS MARTINEZ		33000	1	SER/III/1133/04 J
GUADIANA	16/03/04		2009	MARIO ROBLES		1857	1	UC2T3/353/04 B
GUADIANA	19/03/04		2002	JOSE CASTILLO		29400	3	UC3T3/192/04 J
TEXCOCO	19/03/4		829	ANDRES BARCENAS		2300	2	EE/III/120/04 B
TEXCOCO	3/03/04		359	DAVID CHAVEZ		900	1	CHIN/III/1071/04 C
TEXCOCO	5/03/04		705	DAVID CHAVEZ		350	1	CHIN/III/810/04 C
IXTAPALUCA	19/03/04		2002	JOSE CASTELLANOS		294	1	UBYT3/192/04 C

Tabla15 Hoja 2 de recolección de robos

Acotaciones: No. Número, no. eco: número económico

A = Robo o secuestro

B = Robos que se producen cuando los empleados están repartiendo el producto en las tiendas, el chofer se baja a cobrar y el camión se queda solo y le roban los refrescos y el agua embotellada, carretillas o diablos, guantes, blocks de notas, llantas, refacciones

C = Robo a cambio que son monedas de 0.50 centavos, \$1, \$2, \$5, y \$10 y algunos billetes.

J= Robos en reparto o a camión repartidor: se llama así a la intervención de personal ajeno a la empresa, durante el proceso de reparto, lo cual ocasiona perdidas tanto de mercancía como efectivo (asaltos)

### 4.3.3 La hoja de recolección de los accidentes

HOJA DE RECOLECCION DE :CONTROL DE ACCIDENTES	HOJA No. 1
EMPRESA: EMBOTELLADORA	
SUCURSAL No. 17 ERMITA	
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2003 - MARZO DEL 2004	
INSPECTOR: MARIA ESTHER OLIVA SANCHEZ	

NOVIEMBRE

sucursal	fecha	No. eco	No. De zona	nombre del chofer del camión	cargo al trabajador \$	cargo a la empresa \$	No. de accidente	observaciones
ERMITA	18/11/03	385	593	OSCAR CHAVEZ	530	3185	1	TSURU D
ERMITA	27/11/03	321	645	FAUSTO BAUTISTA	278	15100	1	UW D
GUADIANA	1/11/03	123	567	FAUSTO JIMENEZ	1700		1	CHEVY E
GUADIANA	12/11/03	123	567	FAUSTO JIMENEZ	700	234	1	CHEVY H
GUADIANA	5/11/03	234	456	BERNARDO BENITEZ	765	900	2	UW D
TEXCOCO	1/11/03	267	587	SERGIO SALAZAR	900	21679	3	FORD H
IXTAPALUCA	31/11/03	564	213	BERNANDO NUÑEZ	400	800	1	TSURU E
IXTAPALUCA	2/11/03	321	679	GONZALO JIMENEZ	669	1200	1	TOPAZ D
IXTAPALUCA	30/11/03	487	296	CECILIO HERNANDEZ	400	1700	1	TSURU E
IXTAPALUCA	12/11/04	590	123	VICTORIO CANALES	700	1300	2	TOPAZ E
IXTAPALUCA	12/11/04	337	707	BARTOLO MEDINA		398	3	TSURU E
GUADIANA	1/11/03	123	567	FAUSTO JIMENEZ	1700		1	CHEVY E
GUADIANA	12/11/03	123	567	FAUSTO JIMENEZ	700	234	1	CHEVY H
GUADIANA	5/11/03	234	456	BERNARDO BENITEZ	765	900	2	UW D
TEXCOCO	1/11/03	267	587	SERGIO SALAZAR	900	21679	3	FORD H
IXTAPALUCA	31/11/03	564	213	BERNANDO NUÑEZ	400	800	1	TSURU E
IXTAPALUCA	2/11/03	321	679	GONZALO JIMENEZ	669	1200	1	TOPAZ D
IXTAPALUCA	30/11/03	487	296	CECILIO HERNANDEZ	400	1700	1	TSURU E
IXTAPALUCA	12/11/04	590	123	VICTORIO CANALES	700	1300	2	TOPAZ E
IXTAPALUCA	12/11/04	337	707	BARTOLO MEDINA		398	3	TSURU E
GUADIANA	1/11/03	123	567	FAUSTO JIMENEZ	1700		1	CHEVY E
GUADIANA	12/11/03	123	567	FAUSTO JIMENEZ	700	234	1	CHEVY H
GUADIANA	5/11/03	234	456	BERNARDO BENITEZ	765	900	2	UW D
TEXCOCO	1/11/03	267	587	SERGIO SALAZAR	900	21679	3	FORD H
IXTAPALUCA	31/11/03	564	213	BERNANDO NUÑEZ	400	800	1	TSURU E
IXTAPALUCA	2/11/03	321	679	GONZALO JIMENEZ	669	1200	1	TOPAZ D
IXTAPALUCA	30/11/03	487	296	CECILIO HERNANDEZ	400	1700	1	TSURU E
IXTAPALUCA	12/11/04	590	123	VICTORIO CANALES	700	1300	2	TOPAZ E

Tabla 16 Hoja 1 de recolección de accidentes

**CAPITULO 4 APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUA EN UNA EMBOTELLADORA**

HOJA DE RECOLECCION DE :CONTROL DE ACCIDENTES	HOJA No. 2
EMPRESA: EMBOTELLADORA	
SUCURSAL No. 17 ERMITA	
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2003 - MARZO DEL 2004	
INSPECTOR: MARIA ESTHER OLIVA SANCHEZ	

**NOVIEMBRE**

sucursal	fecha	No. eco	No. De zona	nombre del chofer del camión	cargo al trabajador \$	cargo a la empresa \$	No. de accidente	observaciones
IXTAPALUCA	12/11/04	337	707	BARTOLO MEDINA		398	3	TSURU E

**DICIEMBRE**

ERMITA	18/12/04	385	593	OSCAR YAÑEZ	0	3185	1	TSURU H
ERMITA	27/12/04	321	645	FLORENCIO BAUTISTA	0	15100	1	TSURU D
GUADIANA	14/12/03	587	987	CLAUDIO GONZALEZ		0	1	TOPAZ E
GUADIANA	31/12/03	586	923	MELECIO CRUZ	1230	0		TSURU D
GUADIANA	1/12/03	678	908	JUVENCIO FLORES	200	400	2	TOPAZ H
TEXCOCO	26/12/03	435	555	BENJAMIN SANCHEZ	1500		1	MICRO E
IXTAPALUCA	12/12/04	337	707	BARTOLO MEDINA	0	398	1	E
IXTAPALUCA	30/12/03	487	296	CECILIO HERNANDEZ	400	500	1	TSURU D
IXTAPALUCA	30/12/03	487	296	CECILIO HERNANDEZ	0	1700	1	TSURU D

**MES ENERO**

ERMITA	3 /01 /04	329	697	CARLOS DIAZ		1700	1	CHEROKY D
ERMITA	7 /01 /04	122	683	FAUSTINO GONZALEZ	3100		1	NEON H
ERMITA	12 /01/04	368	687	RAUL PIÑA	700	700	7	STRATUS D
GUADIANA	16/01/ 04	384	817	CARLOS MENDOZA	1700		1	CER-FORY E
GUADIANA	17 /01/04			JOSE FAUSTINO	2000		1	SANCION E
GUADIANA	17 /01/04			LUIS TORRES HDEZ	4000		1	SANCION E
GUADIANA	17 /01/04			MARI CRUZ CERVANTES	2000			D
GUADIANA	26/01/04	400	815	JUAN CARLOS CRESPO	2600	747	1	CHEROCKY H
GUADIANA	28/01 /04	382	2005	FELIX ZAMORANO	4500			H
TEXCOCO	14/01 /04	608	TALLER	FRANCISCO SANTOS	450	450	1	INFRACCION E
TEXCOCO	22/01/04	816	805	OLIMPO CANO		500	1	INFRACCION E
IXTAPALUCA	23/01/04	449	549	BERNARDO ELIZONDO	1650		1	FORD D

**FEBRERO**

ERMITA	14/02/04	122	683	FAUSTINO ZOFEA	1380	1380	2	SHADOW D
ERMITA	12/02/04	110	564	JUAN COSTER HDEZ		230	1	UN D
GUADIANA	12/02/4	394	395	JUAN CARLOS KIN		2127	1	INFRACCION E
GUADIANA	16/02/04	384	817	SAMUERL GONZALEZ		2185	1	NISSAN D
GUADIANA	18/02/04	387	349	DANIEL PRECIADO	1500	1500	1	MONZA D
TEXCOCO	4/02/04	337	707	BARTOLO MOLINA	1835		1	VW D
TEXCOCO	12/02/04	836	651	JULIO JOAQUIN A.	800	1200	1	PLAFON E
IXTAPALUCA	18/02/04	647	673	MARTIN RUIZ R.	1000	2000	1	NISSAN D
IXTAPALUCA	19/02/04	138	655	VICTOR IZQUIERDO	2500		1	UN D

**Tabla 17 Hoja 2 de recolección de accidentes**

HOJA DE RECOLECCION DE :CONTROL DE ACCIDENTES	HOJA No. 3
EMPRESA: EMBOTELLADORA	
SUCURSAL No. 17 ERMITA	
FECHA: NOVIEMBRE DEL 2003 - MARZO DEL 2004	
INSPECTOR: MARIA ESTHER OLIVA SANCHEZ	

**MARZO**

sucursal	fecha	No. eco	No. De zona	nombre del chofer del camión	cargo al trabaja dor \$	cargo a la empresa \$	observaciones
ERMITA	8/03/04	318	701	JUAN PEÑA VILLA		1610	UW E
ERMITA	13/03/04	318	579	PASCUAL SERRANO		1035	SHADOW E
ERMITA	12/03/04	139	564	NARCIZO AZUELA S.		1500	CASA D
ERMITA	16/03/04	814	578	FRANCISCO MORALES R.	25000	250	TSURU D
ERMITA	26/03/04	815	593	EDGAR VILLA		4567	TSURU D
ERMITA	25/03/04	802	3001	JUAN MANUEL CADENA		450	UW E
ERMITA	26/03/04	417	635	MIGUEL ANGEL CADENA	500		TOPAZ E
ERMITA	30/03/04	342	575	FRANCISCO JAVIER PEREZ		4600	CHEVY D
GUADIANA	31/03/04	321	519	ANDRES SALAS		100	FUNEBAN E
GUADIANA	29/03/04	85	829	ANDRES BRAVO		900	NISSAN E
GUADIANA	29/03/04	164	409	RAMON MARTINEZ		900	DENOOOL E
TEXCOCO	29/03/04	856	543	FERNANDO JORGEROSALES	3560		COUGAR D
IXTAPALUCA	5/03/04	250	TALLER	HERNAN PONCE	175	175	MONZA E
IXTAPALUCA	27/03/04	333	629	GUZTAVO ROMANO	2700		NISSAN D

Tabla 18 Hoja 3 de recolección de accidentes

**D = Accidentes automovilísticos como choques**

**E = Infracciones de transito dentro de la zona**

**H = Accidente por no acomodar la carga**

Se hicieron las siguientes hojas de recolección para poder dar información a las herramientas para la mejora continua

### 4.3.4 Muestreo estratificado de los robos

Esta tabla se hizo con los datos de las hojas de recolección y con ayuda de la lluvia de ideas

ROBOS	FRECUENCIA	
J CAMION REPARTIDOR	7	Robos que se ejecutan cuando los empleados están repartiendo el producto en las tiendas, el chofer se baja a cobrar y el camión se queda solo y le roban los refrescos y el agua embotellada, carretillas o diablos, guantes, blocks de notas, llantas, refacciones
C CAMBIO	2	Robo a cambio que son monedas de 0.50 centavos, \$1, \$2, \$5, y \$10 y algunos billetes.
B MERCANCIA	4	Robos de mercancía estos los robos que se ejecutan cuando los empleados están repartiendo el producto en las tiendas, el chofer se baja a cobrar y el camión se queda solo y le roban los refrescos y el agua embotellada.
A SECUESTRO DE CAMIONES	3	Secuestro de camiones
B MATERIALES	5	Robo de material de trabajo: es el extravió de material de apoyo como son las carretillas o diablos, guantes, blocks de notas, llantas, refacciones, cambio que son monedas de 0.50 centavos, \$1, \$2, \$5, y \$10 y algunos billetes.
K PERTENENCIAS	4	Robos de pertenencias personales: es la perdida de objetos personales entre los trabajadores como pueden ser suéteres, uniformes, despensas, dinero, pares de zapatos, etc.

Tabla 19 Tipos de robos

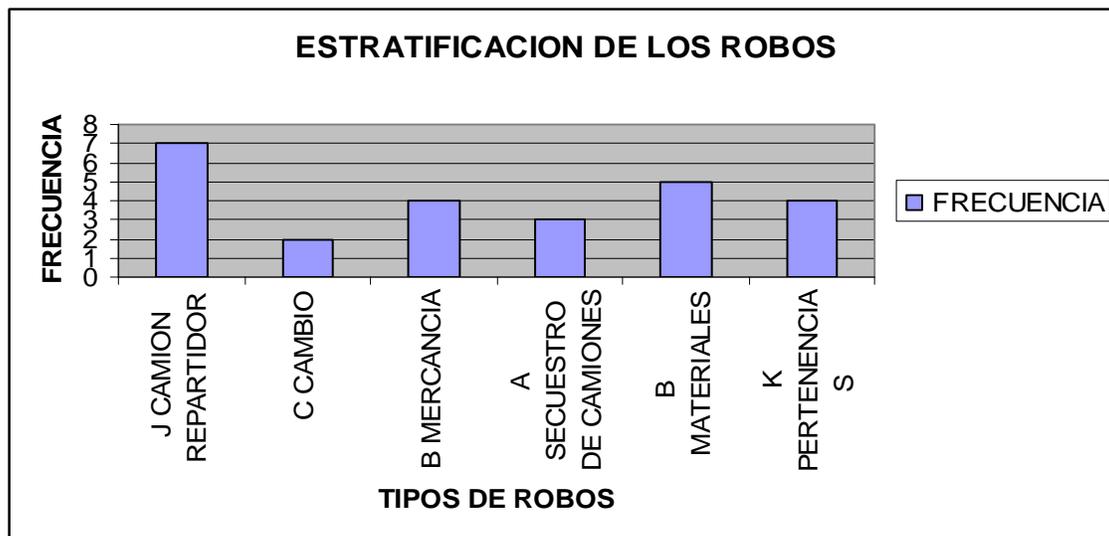


Figura 37 Estratificación de los robos

### 4.3.5 Muestreo estratificado de las pérdidas por accidentes

Para hacer la estratificación se utilizó la información que conocimos con la lluvia de ideas y la hoja de recolección

ACCIDENTES	FRECUENCIA	
D AUTOMOVILISTICOS	3	Accidentes automovilísticos como choques
E INFRACCIONES	5	Infracciones de tránsito dentro de la zona
G NO REVISAR LA CARGA	3	Accidente por no acomodar la carga
K GOLPES, FRACTURAS Y CAIDAS	5	Accidentes como golpes, fracturas
F MAL TIEMPO	4	accidentes por mal tiempo como atascamiento de camiones

Tabla 20 Pérdidas por accidentes

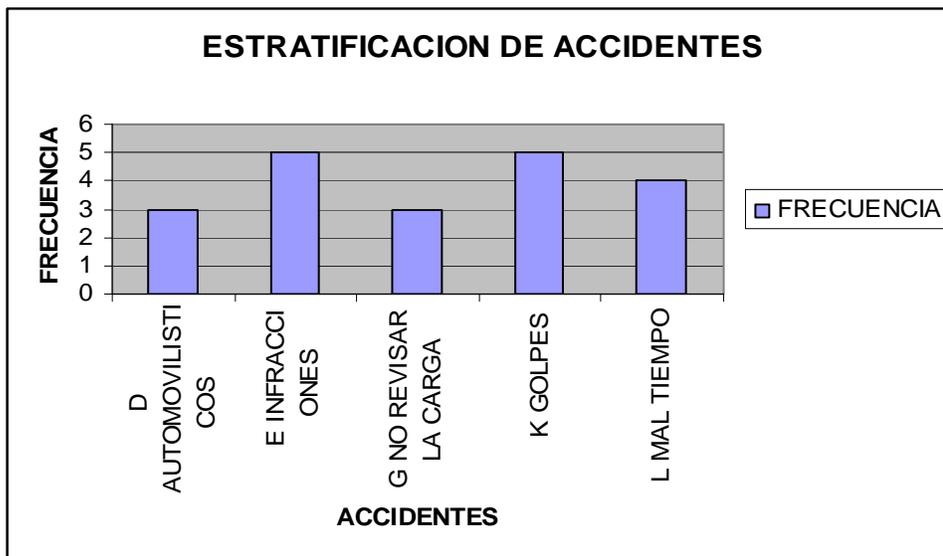


Figura 38 Estratificación de accidentes

### 4.3.6 Gráfica de dispersión de robos contra accidentes

Este diagrama de dispersión se realizó con ayuda de las hojas de recolección siguientes de cinco meses. Se tomaron los datos presentados de 6 días de cada semana que se presentan a continuación.

ROBOS	ACCIDENTES	ROBOS	ACCIDENTES	ROBOS	ACCIDENTES	ROBOS	ACCIDENTES
8	6	2	2	8	2	6	4
7	3	3	0	3	4	4	3
3	8	2	0	6	8	1	4
3	2	2	0	8	5	3	3
5	2	9	3	1	3	1	2
4	4	4	3	0	6	8	4
8	5	4	4	7	4		
5	4	2	1	1	3		

Tabla 21 Datos de robos y accidentes

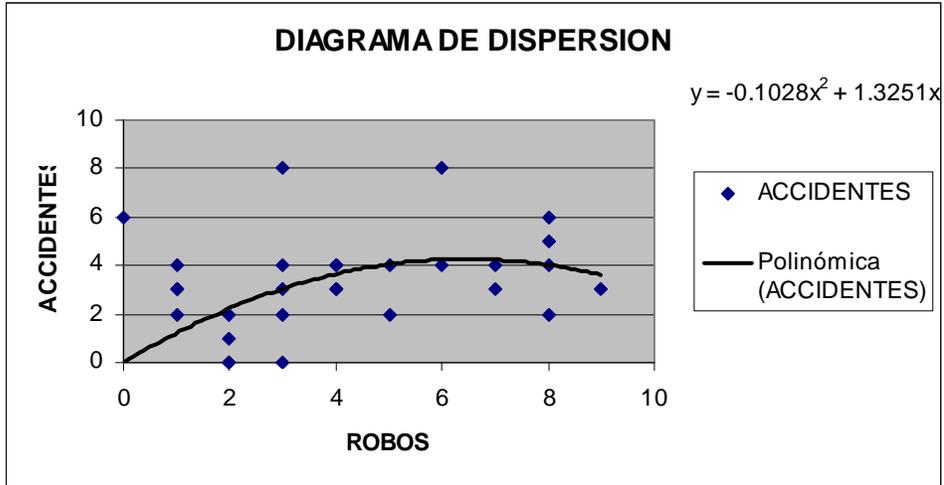


Figura 39 Gráfica de dispersión de robos y accidentes

Estos datos dieron a conocer que no hay tendencia o mucha relación con la ecuación de la gráfica de dispersión es decir, no se nota una determinada correlación, hay mucha dispersión.

### 4.3.7 Histograma

Para hacer el histograma lo primero que se realizó fue conocer cuáles eran las causas de la falta de calidad en el servicio de entrega más frecuentes en la empresa a través de las hojas de recolección para conocer con qué frecuencia se presentaban, al tener ese dato se prosiguió a conseguir el número de total de ellos y son los siguientes:

Causas	Frecuencia	
A,B,C,I, Robos	17	Robos que se ejecutan cuando los empleados están repartiendo el producto en las tiendas, el chofer se baja a cobrar y el camión se queda solo y le roban los refrescos y el agua embotellada, carretillas o diablos, guantes, blocks de notas, llantas, refacciones
D,E,F,G,,H,I,J,Pérdidas en accidentes	18	Perdidas son los robos, los accidentes, la falta de personal
C Cambios	13	Robo a cambio que son monedas de 0.50 centavos, \$1, \$2, \$5, y \$10 y algunos billetes.
H Falta de personal	6	Falta de personal para cubrir todos los camiones repartidores
D Choques	8	Accidentes automovilísticos como choques
A Carros robados y secuestrados	3	Camiones secuestrados

Tabla 22 Causas de la falta de calidad en el servicio de entrega

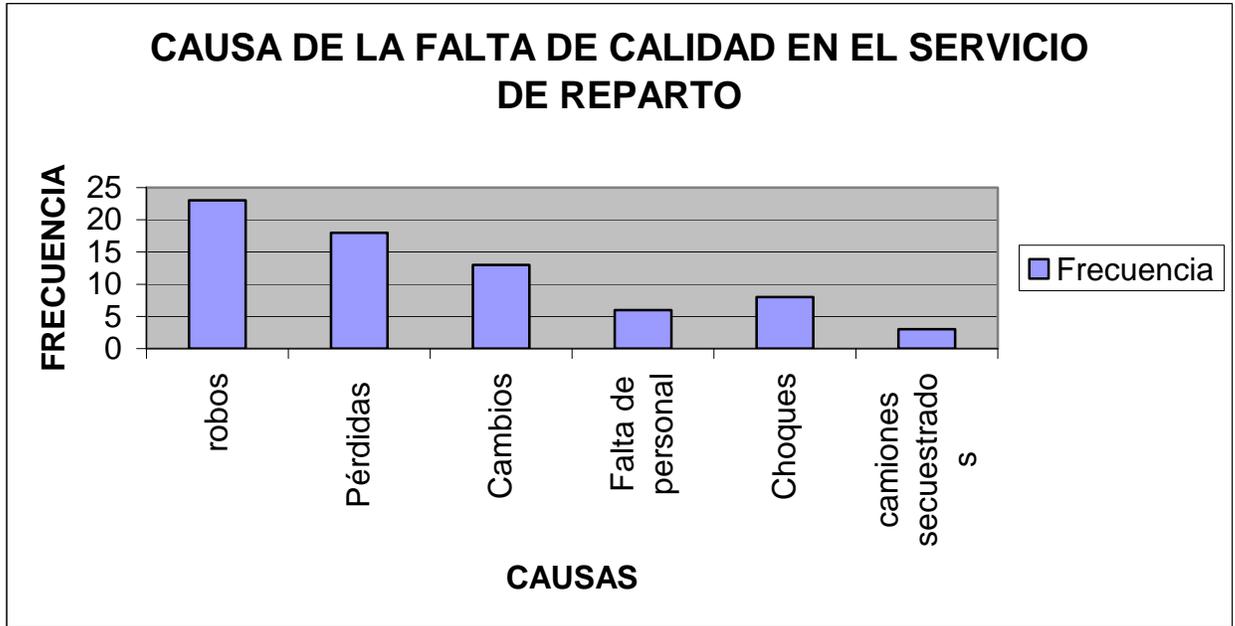


Figura 40 Principales causas de la calidad en el servicio de reparto

#### 4.3.7 Diagrama de Pareto

Para crear esta tabla se tomo en cuenta las hojas de recolección y los datos obtenidos dentro de la lluvia de ideas

Causas	Frecuencia	Frecuencia acumulada	%	Porcentaje Acumulado	
A, B, C, J, robos	23	23	32	32	Robos que se ejecutan cuando los empleados están repartiendo el producto en las tiendas, el chofer se baja a cobrar y el camión se queda solo y le roban los refrescos y el agua embotellada, carretillas o diablos, guantes, blocks de notas, llantas, refacciones
Pérdidas	18	41	25	58	Perdidas son los robos, los accidentes, la falta de personal
C Cambios	13	54	18	76	Robo a cambio que son monedas de 0.50 centavos, \$1, \$2, \$5, y \$10 y algunos billetes.
I Falta de personal	6	60	8	85	Falta de personal para cubrir todos los camiones repartidores
D Choques	8	68	11	96	Accidentes automovilísticos como choques
A Camiones secuestrados	3	71	4	100	Secuestro de camiones cuando se los roban con mercancía

Tabla 23 Causas que impiden la calidad en el servicio de entrega

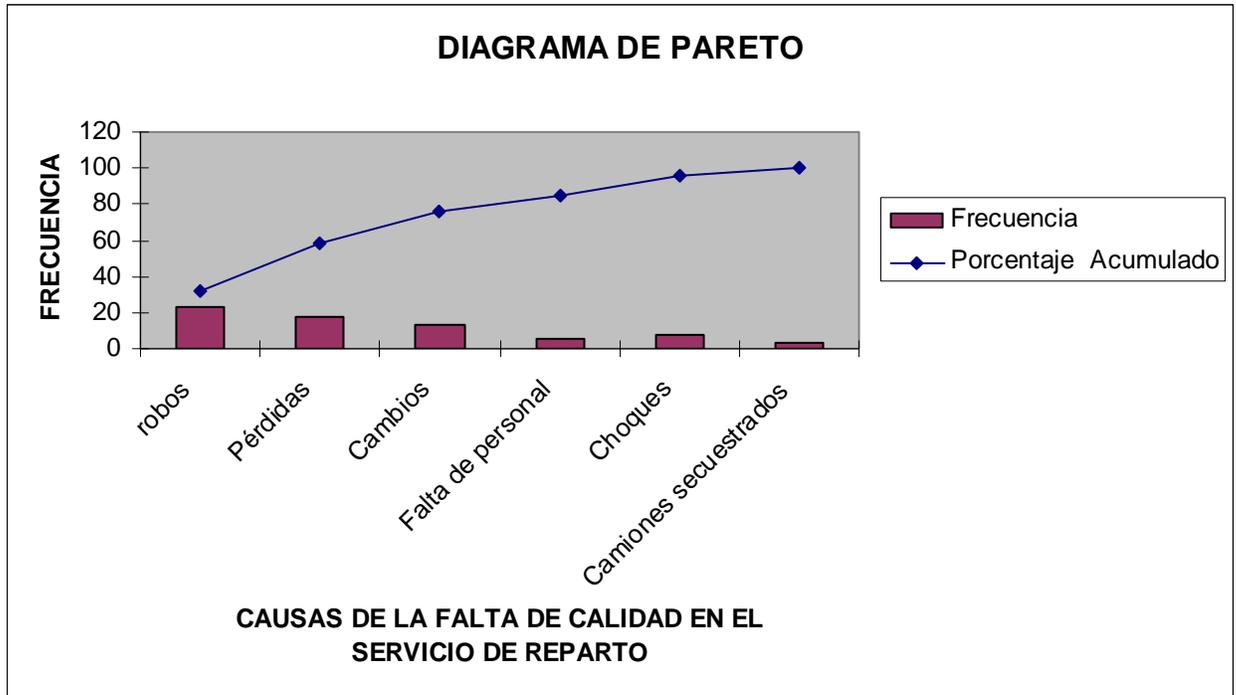


Figura 41 Diagrama de pareto

Con es diagrama de pareto podemos ver las causas que originan la falta de calidad en el servicio de entrega y estos son los problemas que entran dentro del 80% en este caso son los robos y las perdidas, estos se podrían solucionar tratando de resolver el 20% de los problemas que ocasionan el 80% que en este caso son el de cambio, falta de personal, choques y carros robados, porque si disminuyen las causas que ocasionan el 20% también disminuyen los problemas que entran en el 80%.

### 4.3.9 Grafica de control $\bar{X}$ -R de robos

3	0	1	1	1	2	0	1	1	0	0	1	1	1	2	3	0	0
1	3	2	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Tabla 24 Datos de robos

Se sumo cada columna y se le saco su media que es el número total entre las cinco muestras, su rango que es la muestra mayor- la muestra menor de esa columna. Se graficaron de acuerdo a los límites se obtuvieron con los datos de los robos. Al graficar la media y el rango se noto que se salían algunos puntos de los límites en total quedaron fuera de los límites dos puntos dos puntos y los corregimos quitándolos y se hicieron nuevamente los cálculos. Y se noto que los puntos quedaron dentro de los límites

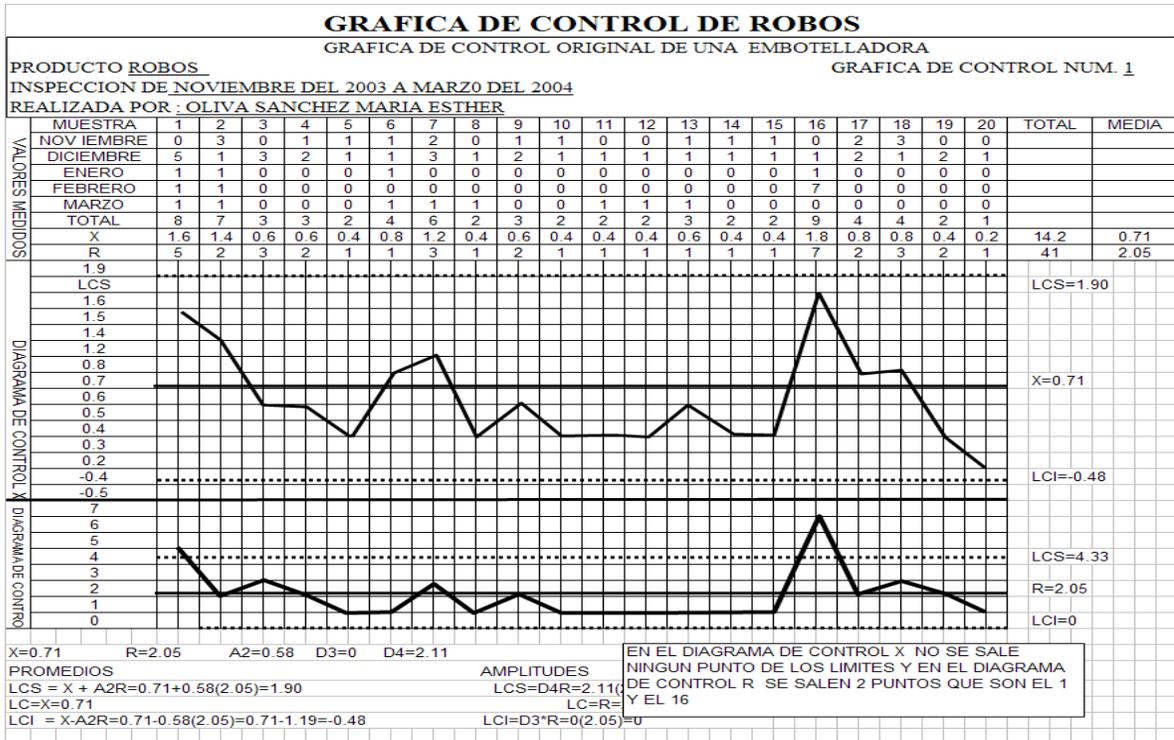


Figura 42 Gráfica de control de robos

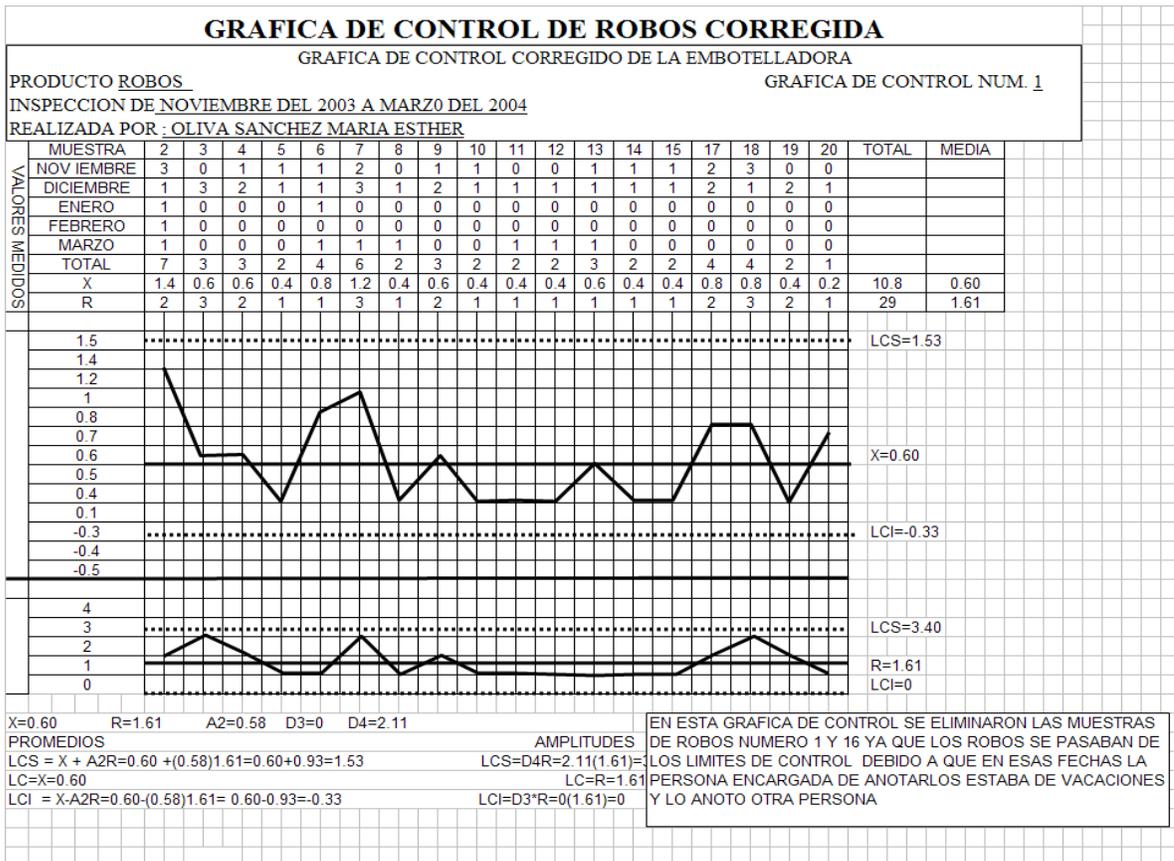


Figura 43 Gráfica de control de robos corregida

4.3.10 Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de accidentes

1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0
1	1	7	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0

Tabla 25 Datos de accidentes

En la gráfica de control de accidentes se hace para ver cuantos accidentes ocurren y dentro de cuales límites están, cuales se salen de sus límites para poder tener un control sobre ellos. Para poder hacer esta grafica lo primero que se hizo fue pedir las hojas de recolección de noviembre a marzo para tener 5 distintas muestras de los accidentes que han ocurrido dentro de esos meses ya contando con estos datos tomamos las cinco muestras y en cada muestra o semana se tomaron muestras de cinco días para tener un total de 20 días después se prosiguió a graficar de acuerdo a los números de accidentes que se presentaron y se sacaron los límites de acuerdo a los datos proporcionados al graficar se noto que se salía 1 punto el cual se corrigió quitándolo y se volvieron a sacar de nuevo los nuevos límites y los accidentes en el rango quedaron graficados como una constante. Y son los siguientes:

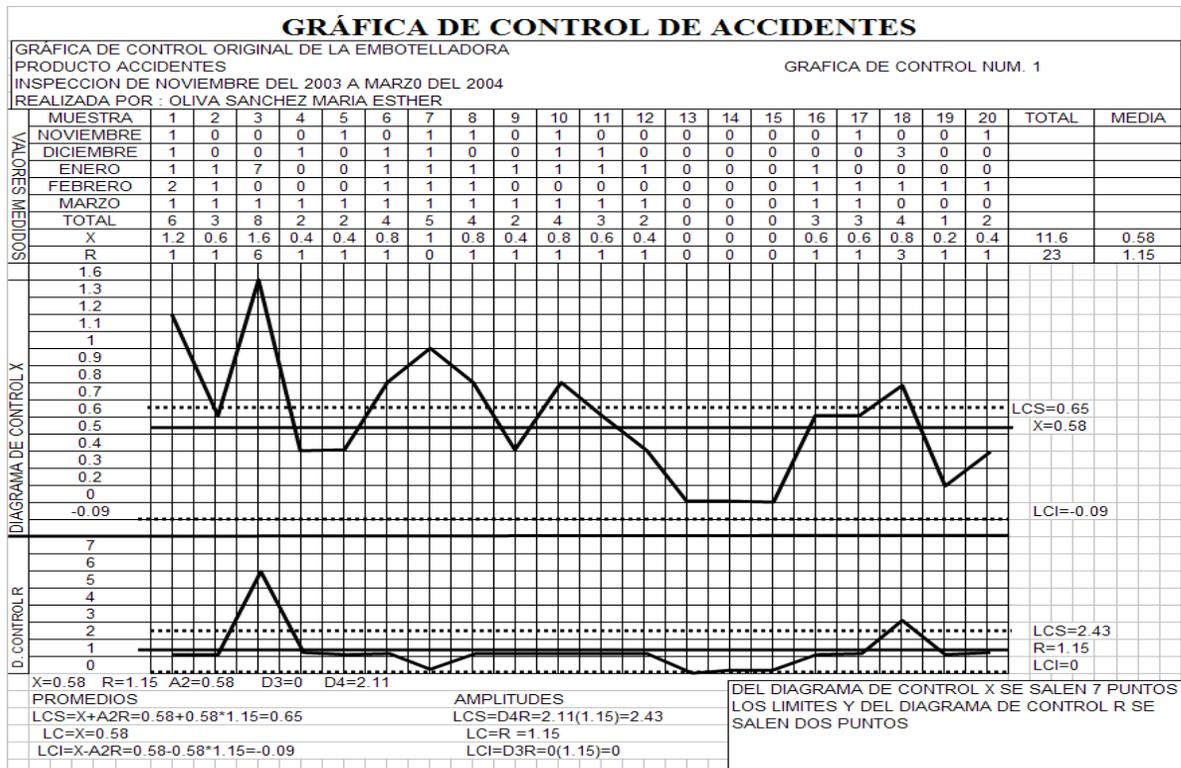


Figura 44 Gráfica de control de accidentes

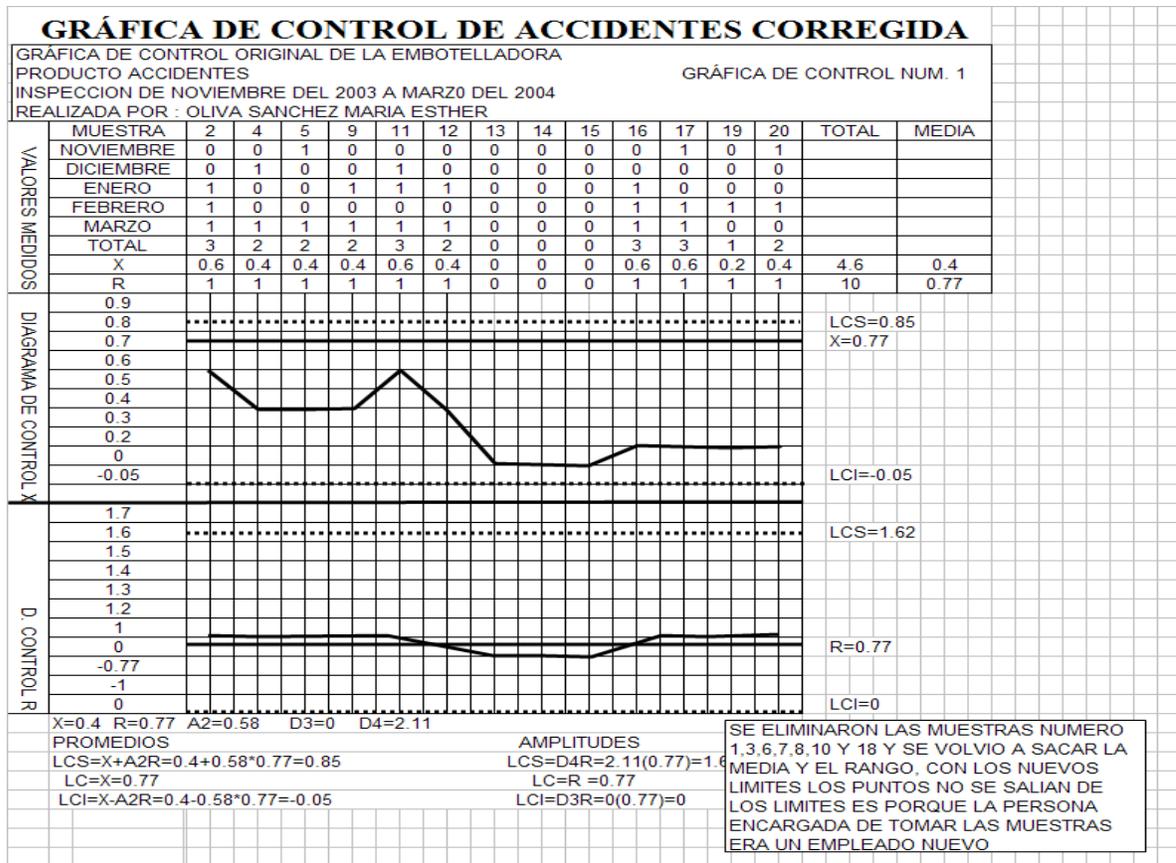


Figura 45 Gráfica de control de accidentes corregida

## 4.4 Mejoras

### 4.4.1 Primera mejora capacitación

En cualquier institución importante, sea empresa, organismo estatal o cualquier otra, la capacitación y desarrollo de su potencial humano es una tarea a la cual los mejores dirigentes han de dedicar enorme tiempo y atención

Hay muchas razones por las cuales una organización debe capacitar a su personal, pero una de las más importantes es el contexto actual. Ante esta circunstancia, el comportamiento se modifica y nos enfrenta constantemente a situaciones de ajuste, adaptación, transformación y desarrollo y por eso es debemos estar siempre actualizados. Por lo tanto las empresas se ven obligadas a encontrar e instrumentar mecanismos que les garanticen resultados exitosos en este dinámico entorno. Ninguna organización puede permanecer tal como está, ni tampoco su recurso más preciado (su personal) debe quedar rezagado y una de

las formas mas eficientes para que esto no suceda es capacitando permanentemente.

Las personas son esenciales para las organización y ahora más que nunca, su importancia estratégica está en aumento, ya que todas las organizaciones compiten a través de su personal. El éxito de una organización depende cada vez más del conocimiento, habilidades y destrezas de sus trabajadores. Cuando el talento de los empleados es valioso, raro y difícil de imitar y sobre todo organizado, una empresa puede alcanzar ventajas competitivas que se apoyan en las personas.

Por esto la razón fundamental de por qué capacitar a los empleados consiste en darles los conocimientos, actitudes y habilidades que requieren para lograr un desempeño óptimo. Porque las organizaciones en general deben dar las bases para que sus colaboradores tengan la preparación necesaria y especializada que les permitan enfrentarse en las mejores condiciones a sus tareas diarias. Y para esto no existe mejor medio que la capacitación, que también ayuda a alcanzar altos niveles de motivaciones, productividad, integración, compromiso y solidaridad en el personal de la organización. No debemos olvidarnos que otro motivo importante del por qué capacitar al personal, son los retos mencionados anteriormente.

Algunos motivos concretos por los cuales se emprenden programas de capacitación son: incorporación de una tarea, cambio en la forma de realizar una tarea y discrepancia en los resultados esperados de una tarea (esto puede ser atribuido a una falla en los conocimientos o habilidades para ejercer la tarea). Como así también ingreso de nuevos empleados a la empresa. Todo nuevo vendedor por lo general recibe instrucciones en cinco grandes áreas: políticas y prácticas de la empresa, técnicas de venta, conocimiento del producto, características de la industria y de los clientes y tareas no relacionadas con las ventas, como la preparación de informes acerca del mercado. Un buen programa de capacitación eleva la confianza, mejora la moral, incrementa las ventas y finca mejores relaciones con los clientes.

Más bien, la capacitación se ofrece a todos los vendedores en un esfuerzo constante para afinar las habilidades de ventas y el establecimiento de relaciones.

Una de las soluciones que se proponen es la de capacitar a todos los trabajadores de la empresa sobre el nuevo reglamento de tránsito y ventas para poder minimizar los accidentes viales como son los choques, infracciones, golpes. Y con esto bajar las pérdidas.

Modelando el aprendizaje que se puede obtener en los trabajadores, suponiendo que obtuvieron más de un 60% de conocimientos y aplicándoles un examen diariamente.

El modelo es el siguiente:  $y=60-10\ln(t+1)$        $t=$  días

DIAS	$y=60-10\ln(t+1)$	DIAS	$y=60-10\ln(t+1)$	DIAS	$y=60-10\ln(t+1)$
1	53.1	125	11.6	240	5.2
2	49.0	130	11.2	245	4.9
3	46.1	135	10.9	250	4.7
5	42.1	140	10.5	255	4.5
10	36.0	145	10.2	260	4.4
15	32.3	150	9.8	265	4.2
20	29.6	155	9.5	270	4.0
25	27.4	160	9.2	275	3.8
30	25.7	165	8.9	280	3.6
35	24.2	170	8.6	285	3.4
40	22.9	175	8.3	290	3.3
45	21.7	180	8.0	295	3.1
50	20.7	185	7.7	300	2.9
55	19.7	190	7.5	305	2.8
60	18.9	195	7.2	310	2.6
65	18.1	200	7.0	315	2.4
70	17.4	205	6.7	320	2.3
75	16.7	210	6.5	325	2.1
80	16.1	215	6.2	330	2.0
85	15.5	205	6.7	335	1.8
90	14.9	210	6.5	340	1.7
95	14.4	215	6.2	345	1.5
100	13.8	220	6.0	350	1.4
105	13.4	225	5.8	355	1.3
110	12.9	230	5.6	360	1.1
115	12.5	230	5.6	365	1.0
120	12.0	235	5.4	370	0.8

Tabla 26 Conocimiento según el modelo

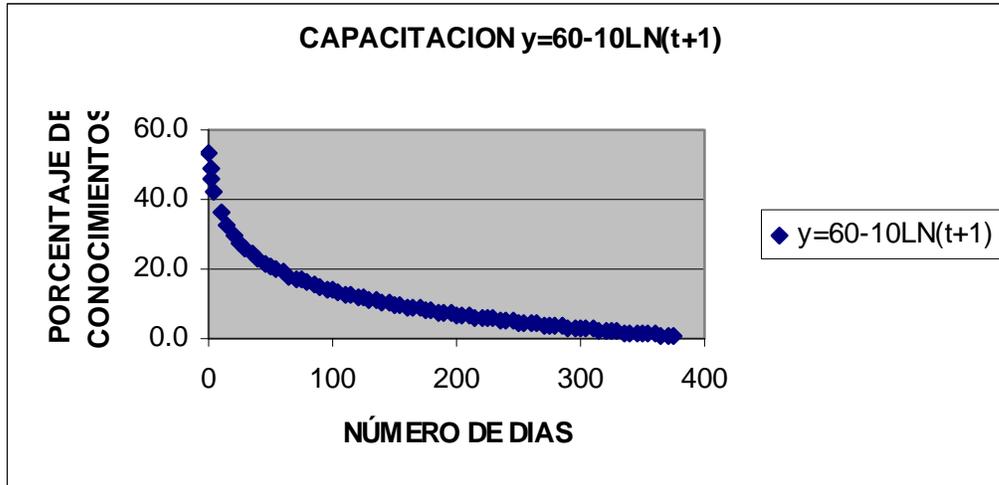


Figura 46 Gráfica de capacitación

Con la tabla y la grafica anterior podemos conocer que en el día 370 el conocimiento adquirido llegara a cero esto quiere decir que las capacitaciones se deben de dar a los empleados cada año para que no se produzcan tantos accidentes, esto en caso de que los trabajadores aprendan el 60% y en caso de que tengan mas conocimientos el tiempo de capacitación puede ser mas lejano a un año. Porque entre mas capacitados estén los trabajadores mejor realizaran su trabajo y con mayor rapidez.

#### 4.4.2 Segunda mejora programación de rutas

En la embotelladora se encuentran varios camiones repartidores se quieren programar las rutas mínimas para satisfacer las demandas de seis clientes. Las distancias de los diversos puntos de ubicación de los clientes respecto a la empresa embotelladora, así como sus coordenadas, se encuentran en la tabla 27 y la representación de la posición de los puntos en la figura 47

Puntos		2	3	4	5	6	7
Coordenadas	X	15	30	25	20	30	25
	Y	10	5	15	20	30	30
Distancia a la embotelladora: d(1,j)		5	18	10	7	21	18
Distancia a la embotelladora: d(1,j), j=2,...7 Distancias en kilómetros							

Tabla 27 Distancias y coordenadas

El límite máximo n de cada recorrido no debe de superar a los 50 kilómetros. No extendiendo límites de capacidad.

Para determinar las distancias existentes entre los diversos puntos emplearemos la conocida formula de la distancia entre dos puntos

Las variables del problema son:

$r_i(j)$ =clientes en una ruta

$n_i$  = número de clientes en  $R_i$

$k$ = número de diferentes rutas o caminos

$i,j$ = clientes

$$d_{ij} = \sqrt{(X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2}$$

Por medio de la cual obtenemos

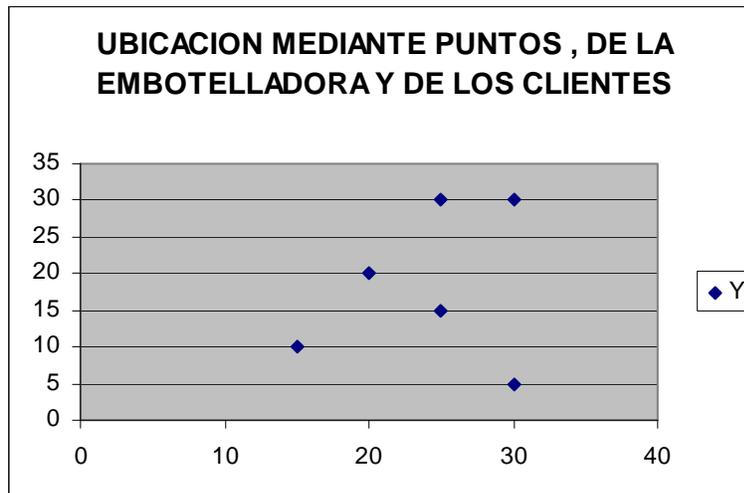


Figura 47 Ubicación de la embotelladora y clientes

$i, j = \text{clientes}$

$r_i(j) = \text{clientes en una ruta}$

$$d(2,3) = 15.8$$

$$d(2,4) = 11.2$$

$$d(2,5) = 11.2$$

$$d(2,6) = 25$$

$$d(2,7) = 22.4$$

$$d(3,4) = 11.2$$

$$d(3,5) = 18$$

$$d(3,6) = 25$$

$$d(3,7) = 25.5$$

$$d(4,5) = 7$$

$$d(4,6) = 15.8$$

$$d(4,7) = 15$$

$$d(5,6) = 14.1$$

$$d(5,7) = 11.2$$

$$d(6,7) = 5$$

### Paso 1 cálculo de los ahorros

Aplicando la formula  $s(ij) = d(1, i) - d(1, j) - d(i, j)$  obtenemos:

$$s(2,3) = d(1,2) + d(1,3) - d(2,3) = 5 + 18 - 15.8 = 7.2$$

$$s(2,4) = d(1,2) + d(1,4) - d(2,4) = 5 + 10 - 11.2 = 3.8$$

$$s(2,5) = d(1,2) + d(1,5) - d(2,5) = 5 + 7 - 11.2 = 0.8$$

$$s(2,6) = d(1,2) + d(1,6) - d(2,6) = 5 + 21 - 25 = 1$$

$$s(2,7) = d(1,2) + d(1,7) - d(2,7) = 5 + 18 - 22.4 = 0.6$$

$$s(3,4) = d(1,3) + d(1,4) - d(3,4) = 18 + 10 - 11.2 = 16.8$$

$$s(3,5) = d(1,3) + d(1,5) - d(3,5) = 18 + 7 - 18 = 7$$

$$s(3,6) = d(1,3) + d(1,6) - d(3,6) = 18 + 21 - 25 = 14$$

$$s(3,7) = d(1,3) + d(1,7) - d(3,7) = 18 + 18 - 25.5 = 10.5$$

$$s(4,5) = d(1,4) + d(1,5) - d(4,5) = 10 + 7 - 7 = 10$$

$$s(4,6) = d(1,4) + d(1,6) - d(4,6) = 10 + 21 - 15.8 = 15.2$$

$$s(4,7) = d(1,4) + d(1,7) - d(4,7) = 10 + 18 - 15 = 13$$

$$s(5,6) = d(1,5) + d(1,6) - d(5,6) = 7 + 21 - 14.1 = 13.9$$

$$s(5,7) = d(1,5) + d(1,7) - d(5,7) = 21 + 18 - 11.2 = 27.8$$

### Paso 2: ordenación de los ahorros en orden decreciente

$$s(6,7) = 34$$

$$s(3,4) = 16.8$$

$$s(4,6) = 15.2$$

$$s(3,6) = 14$$

$$s(5,6) = 13.9$$

$$s(5,7) = 13.8$$

$$s(4,7) = 13$$

$$s(3,7) = 10.5$$

$$s(4,5) = 10$$

$$s(2,3)= 7.2$$

$$s(3,5)= 7$$

$$s(2,4)= 3.8$$

$$s(2,6)= 1$$

$$s(2,5)= 0.8$$

$$s(2,7)=0,6$$

### **Paso 3: selección de tramos**

Seleccionamos el tramo (6,7) que genera el camino: (1,6), (6,7),(1,7) de longitud:  $21+5+18=44$  kilómetros, como es menor que la restricción de los 50km, es un camino factible

Seleccionamos el tramo (3,7) que genera el camino (1,3), (3,7), (7,6), (6,1), de longitud:  $18+10.5+34+21=73.5$  km, valor que supera la restricción, por lo tanto se rechaza el tramo

Seleccionamos el tramo (3,4) que genera el camino: (1,3), (3,4), (4,1), de longitud:  $18+11.2+10=39.2$  Km., que es factible

Los tramos: (4,6), (3,6), (4,7), (4,5), (3,5), (2,7), (2,6), (2,5), se rechazan por no cumplir con la restricción

Los tramos (5,7) y( 2,4) originan caminos cerrados, por lo tanto se rechazan

Seleccionamos el tramo (5,6), que origina el camino: (1,5), (5,6), (6,7),(7,1), de longitud:  $7+14.1+5+18=44.1$  Km., factible

Seleccionamos el tramo (2,3), que origina el camino: (1,2), (2,3), (3,4), (4,1), de longitud:  $5+15.8+1.2+10=42$ km, factible

**Paso 4: formación de los caminos posibles**

Seleccionamos los caminos:

(1,6), (6,7),(1,7) de longitud 44km y

(1,2), (2,3), (3,4),(4,1) de longitud 42km

### 4.4.3 Mejora 3 asignación de actividades

Supongamos que tres tareas que son manejar, ayudante 1, ayudante 2 pueden ser cumplidas por los 3 empleados, debemos asignar a cada persona una de las tres tareas de manera que el costo total de realización del ordenamiento sea mínimo

En la siguiente matriz indicamos los costos de asignación

j \ i	manejar	Ayudante1	Ayudante 2
1	5	3	4
2	8	3	5
3	2	5	3

Tabla 28 Matriz de asignación

j= tareas

i = empleados

Formamos las permutaciones mediante la siguiente disposición:

manejar	Ayudante 1	Ayudante 2
1	2	3
1	3	2
2	1	3
2	3	1
3	1	2
3	2	1

Tabla 29 Permutaciones

Manejar, ayudante 1, ayudante 2: tareas

1, 2,3: empleados

sea:

A= manejar, B= ayudante 1, C= ayudante 2

Con las permutaciones formadas determinamos los costos totales en unidades

Permutación A<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> costo total=5+3+3=11

Permutación  $A_1, B_3, C_2$  costo total= $5+5+5=15$

Permutación  $A_2, B_1, C_3$  costo total= $8+3+3=14$

Permutación  $A_2, B_3, C_1$  costo total= $8+5+4=17$

Permutación  $A_3, B_1, C_2$  costo total= $2+3+5=10$

Permutación  $A_3, B_2, C_1$  costo total= $2+3+4=9$

La permutación  $A_3, B_2, C_1$  es la optima, el costo total de esta asignación es menor que , 9 unidades

El empleado 1 cumplirá la tarea C, el empleado 2 la tarea B, y el empleado 3 la tarea A.

Este procedimiento es factible cuando el número de elementos a permutar es pequeño, pues al elevarse el número de elementos el trabajo resulta muy pesado

Este procedimiento nos ayuda a colocar a cada trabajador en el lugar indicado y se pueden ahorrar costos en la empresa

## **CAPITULO 5 METODOLOGÍA PARA REALIZAR LA MEJORA CONTINUA EN LA CALIDAD DEL SERVICIO EN LA EMBOTELLADORA**

### **5.1 Metodologia**

Con la aplicación de las herramientas para la mejora continua en la embotelladora se pudo conocer los principales problemas que afectan a la empresa y se hizo la siguiente metodología para tratar de combatirlos para los próximos años.

- Revisar cada una de las herramientas por lo menos una vez por año para corregir las posibles causas que afecten al servicio
- Se recomienda revisar cada una de las herramientas para la mejora continua por lo menos cada año para tener un proceso continuo de calidad. Así como seguir el siguiente orden de las herramientas:
  - Lluvia de ideas
  - Diagrama de causa y efecto
  - Diagrama de flujo
  - Hoja de recolección
  - Histograma
  - Diagrama pareto
  - Gráfica de dispersión
  - Estratificación
  - Gráficas de control

Y una vez que se siguieron las herramientas de la calidad para la mejora continua del proceso de la embotelladora, establecer cuáles serán las recomendaciones.

- Contratar policías para cada uno de los camiones repartidores
- Capacitar por lo menos un vez al año a los trabajadores sobre el nuevo reglamento de transito para que los nuevos trabajadores conozcan sobre el y desempeñen mejor su trabajo
- Aplicar la mejora continua dos que se aplico en el capitulo 4 para hacer una mejor programación de las rutas de reparto a cada camión repartidor y

satisfacer mejor las demandas de los clientes con esto hasta puede mas ahorro de gasolina

- Aplicar la mejora continua 3 que se aplico en el capitulo 4 que nos ayuda a colocar a cada trabajador en su puesto correcto y por consiguiente desempeñara mejor su trabajo
- Motivar a los trabajadores para que no falten ofreciéndoles premios de asistencias y contratar personal de reserva para cubrir a los trabajadores faltantes
- Pedir a la delegación mas alumbrado público y drenaje para solucionar el problema de camiones atascados en el lodo
- Hacer una lluvia de ideas con los empleados por lo menos cada seis meses para enterarse de los problemas que se les presentan
- Capacitar a los trabajadores sobre la prevención de accidentes y de primeros auxilios
- Contratar personal de reserva para cubrir a los trabajadores faltantes.
- Establecer un diagrama de logística (No visitar las colonias con mayores índices de delincuencia cuando ya este obscureciendo para evitar robos, o surtirlos primero que a todos para que en caso de un robo no se pierda mucho dinero.)
- En el robo de pertenencias de los trabajadores, cambiar los candados por chapas con combinación y que esta solo la conozca el dueño del locker
- Pedirle al cliente que se pague el efectivo exacto
- Instalar en cada camión una terminal para que los clientes paguen con tarjeta de crédito y no traer efectivo dentro del camión
- Instalar una caja de seguridad mas grande que con la que cuentan
- Poner un buzón de sugerencias en tiendas de autoservicio o en el mismo camión para recolectar información y poder mejorar el servicio
- Ponerles alarmas a los camiones para espantar a rateros
- Dar un horario para cada zona que se visite ese día, pedir el teléfono a la tienda para poder hablar y preguntar si la entrega fue puntual o a que hora se le entrego el producto.

- Recomendar a los repartidores no dejar solo el vehículo y si tienen que hacerlo, que sea por breve tiempo, lo cierren con llave, dejen las ventanillas cerradas y los seguros puestos
- Pedirle al cliente que pague con el efectivo exacto
- Pérdidas en accidentes se puede solucionar asegurando todos los camiones, el producto y a los empleados para que en caso de algún accidente o robo la pérdida no sea tan alta
- Instalar cajas de seguridad mas grandes en todos los camiones repartidores, porque en ocasiones hace falta espacio para el efectivo.
- Evitar las rutas de reparto peligrosas, entregándoles mercancía en el día y cambia con frecuencia a los operadores de los camiones
- Trata de evitar el manejo de dinero en efectivo. Diseña mecanismos para que los empleados sólo lleven el necesario.
- Organizar las rutas de los camiones repartidores de tal manera que el monto de lo recaudado no resulte más atractivo para los empleados que la conservación de su empleo.
- Recomendar al personal que no realice cobros frente a extraños y que emplee el menor tiempo posible en la entrega de la mercancía
- Recomienda al personal que ante un asalto no oponga resistencia, pero que observe discretamente a los asaltantes para después denunciarlos.
- Procurar que el reparto se haga en parejas.
- Recomendar a los repartidores no dejar solo el vehículo y si tienen que hacerlo, que sea por breve tiempo, lo cierren con llave, dejen las ventanillas cerradas y los seguros puestos

## 5.2 Las soluciones que se han aplicado para la prevención de robos y pérdidas

La implementación que se hizo en esta empresa para evitar el robo es comprar camiones con cortinas y llevar una caja de seguridad dentro del camión para evitar los robos estas ideas fueron muy efectivas ya que han bajado en gran parte los robos

CAMIONES CON FALDONES	CAMIONES CON CORTINAS
5	3
8	4
4	2
10	6
7	4
9	5
10	2
6	3
9	4

Tabla 30 Robos en camiones con cortinas y con faldones

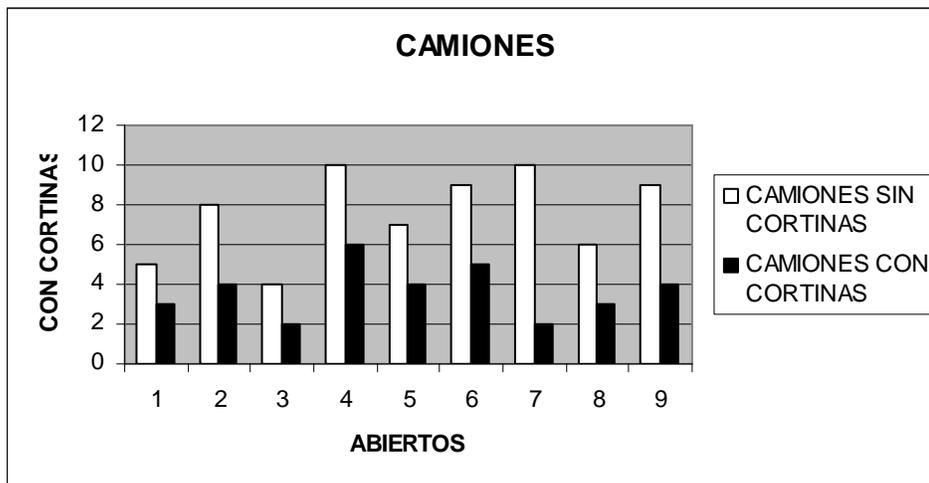


Figura 48 Diferencia entre camiones

Como se puede observar los robos de producto a camiones con cortinas de metal han bajado mucho porque éstas protegen el producto y es difícil que se lo roben.

Los trabajadores me comentaron que a los camiones anteriores se tenían que estar cuidando para que no se robaran el producto, y cuando no se tenía el personal suficiente para estos, se arriesgaban los trabajadores a surtir clientes y al tiempo que regresaba al camión se podía ver como las personas salían corriendo de un lado del camión con las manos llenas de mercancía. Estas personas eran rateros, personas que iban pasando o hasta niños que regresaban de la escuela, etc.

Otra forma que se ha implementado es la de llevar una caja de seguridad dentro del camión repartidor esta es de acero de excelente calidad y es difícil romperla.

La caja tiene en la parte de arriba una ranura como la de las alcancías donde se mete el dinero ya sea en billetes o monedas, y por la parte de abajo tiene un orificio donde se introduce una bayoneta para abrirla, tiene una chapa como adorno para que los rateros traten de abrirla pero esta solo es para disimular que se abre con llave ya que ninguna llave que se meta sirve para abrirla.

En esta caja se mete el dinero en monedas, billetes estos se doblan se introducen y cuando se llena la caja se pica el dinero con un alambre para mover el dinero y entre mas. En ocasiones no alcanza la caja para guardar todo el dinero del día porque se venden grandes cantidades de producto.

Los robos que se cometen con estas cajas solo son robos pequeños porque lo que se sugiere a los trabajadores que llegando de surtir a un cliente se debe de meter el dinero rápidamente para no tener el problema de robo.

Hay trabajadores caprichosos que no siguen las indicaciones de la empresa y en este caso si le llegan a robar una fuerte cantidad de dinero el trabajador lo debe de pagar.

- Los métodos que usa la embotelladora para evitar estos robos es llevar dentro del camión una caja de seguridad y no informar a los clientes que existe, el personal no debe de contar con la combinación, y la sugerencia que se da a los trabajadores es que

- No deben informar a personas ajenas a la empresa sobre la caja de seguridad
- Se han asegurado a algunos camiones junto con la mercancía que llevan
- no carguen mucho dinero en cambio dentro del camión solo el cambio necesario para evitar que se roben una gran cantidad de dinero y con esto han bajado los robos de grandes cantidades ya que esta caja de seguridad no se puede abrir ni porque la forsen o le avienten piedras, etc.

## **CONCLUSION**

Con ayuda de las herramientas de calidad para la mejora continua y las herramientas matemáticas se pudo dar una metodología para tratar de dar una solución al problema de robos en reparto y pérdidas por accidentes

Esta tesis sugirió que los trabajadores se capaciten en diversos cursos, así como asignar a cada trabajador su respectiva actividad para que desempeñen su trabajo lo mejor posible. Programar las rutas de cada camión repartidor para minimizar los robos, así como recibir pagos con tarjetas de crédito para que los trabajadores no tengan que llevar tanto cambio dentro del camión y llevar la caja de seguridad para los pagos en efectivo.

La metodología se podrían llevar a cabo para minimizar las pérdidas presentadas en la empresa porque disminuyendo los pequeños problemas que se presentan se podrían minimizar los grandes problemas.

Los problemas mas frecuentes en esta empresa son los de pérdidas por robos y accidentes el de robos es difícil resolverlo por la inseguridad que existe en las calles pero el de pérdidas y accidentes se le puede dar una solución.

Para lograr la mejora continua en una empresa, no se debe de olvidar que la calidad empieza por la gente en consecuencia se deben analizar los recursos con los que se cuenta para que su personal se capacite, desarrolle y todos juntos mantengan un compromiso de calidad total, porque la mejora continua en una empresa nunca termina.

Considero que el presente trabajo representa una aportación a la mejora continua de la embotelladora.

## GLOSARIO

**PROVEEDORES:** Los proveedores son las personas u organizaciones que proporcionan las entradas.

**CLIENTE:** Es el destinatario del producto o servicio generado por el proceso.

**PROPIETARIO:** El propietario o responsable del proceso es la persona que asume la Responsabilidad global del desarrollo, control y mejora del proceso.

**MEJORA CONTINUA:** Significa que el indicador más fiable de la mejora de la calidad de un servicio sea el incremento continuo y cuantificable de la satisfacción del cliente.

**SATISFACCIÓN DEL CLIENTE:** se puede definir como la relación o la diferencia (en general, la comparación) entre la calidad percibida por el cliente en el servicio o producto entregado y las expectativas que tiene dicho cliente con el servicio o producto:

$$\text{Satisfacción del cliente} = \frac{\text{Calidad Percibida}}{\text{Expectativas}}$$

**AVIÓN DE CARGA :** Es cargar los camiones con mercancía

**CAMBIO:** Es la morralla o monedas para devolver en caso de ser mayor la cantidad recibida

## **Bibliografía**

1. Dale H. Besterfield. Control de Calidad Cuarta edición Editorial Prentice Hall
2. Armand V. Feigenbaum Control Total de la Calidad Tercera Edición Editorial CECSA
3. Carlos González Calidad Total Editorial Mc Graw Hill
4. Grantt Control de la Calidad Segunda Edición Limusa Noriega Editores
5. George C. Canavos Probabilidad, Estadística Aplicaciones y Métodos Editorial Mc Graw Hill
6. Stephens Willoughby Probabilidad y Estadística Editorial Mc Graw Hill
7. William Mendenhall Dennis D. Wackerly Richard L. Scheaffer Estadística Matemática Con Aplicaciones Segunda Edición Grupo Editorial Iberoamericana
8. Richard C. Weimer Estadística Cuarta Edición Editorial CECSA